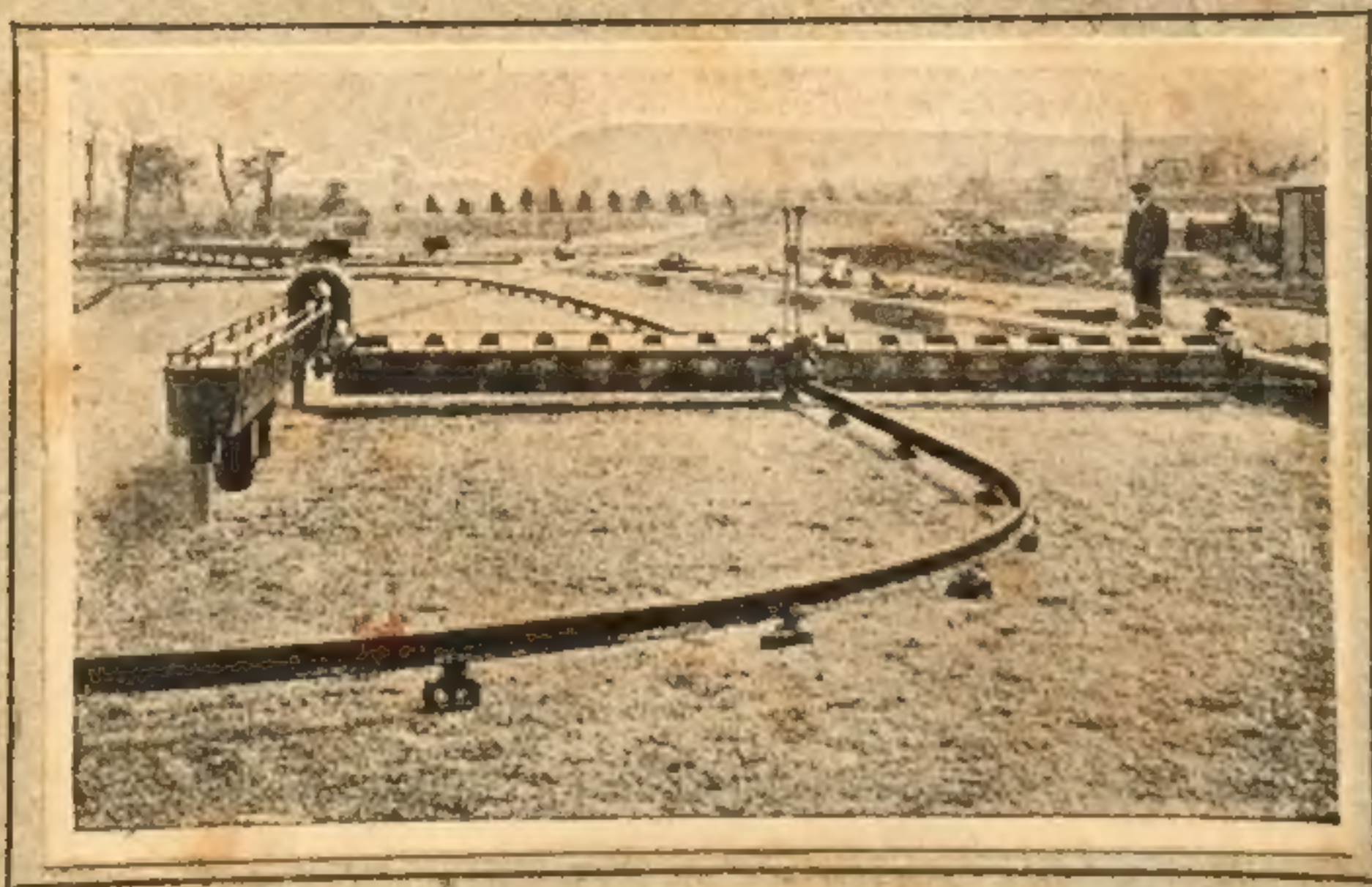


Инж. Ф. А. ДАНИЛОВ

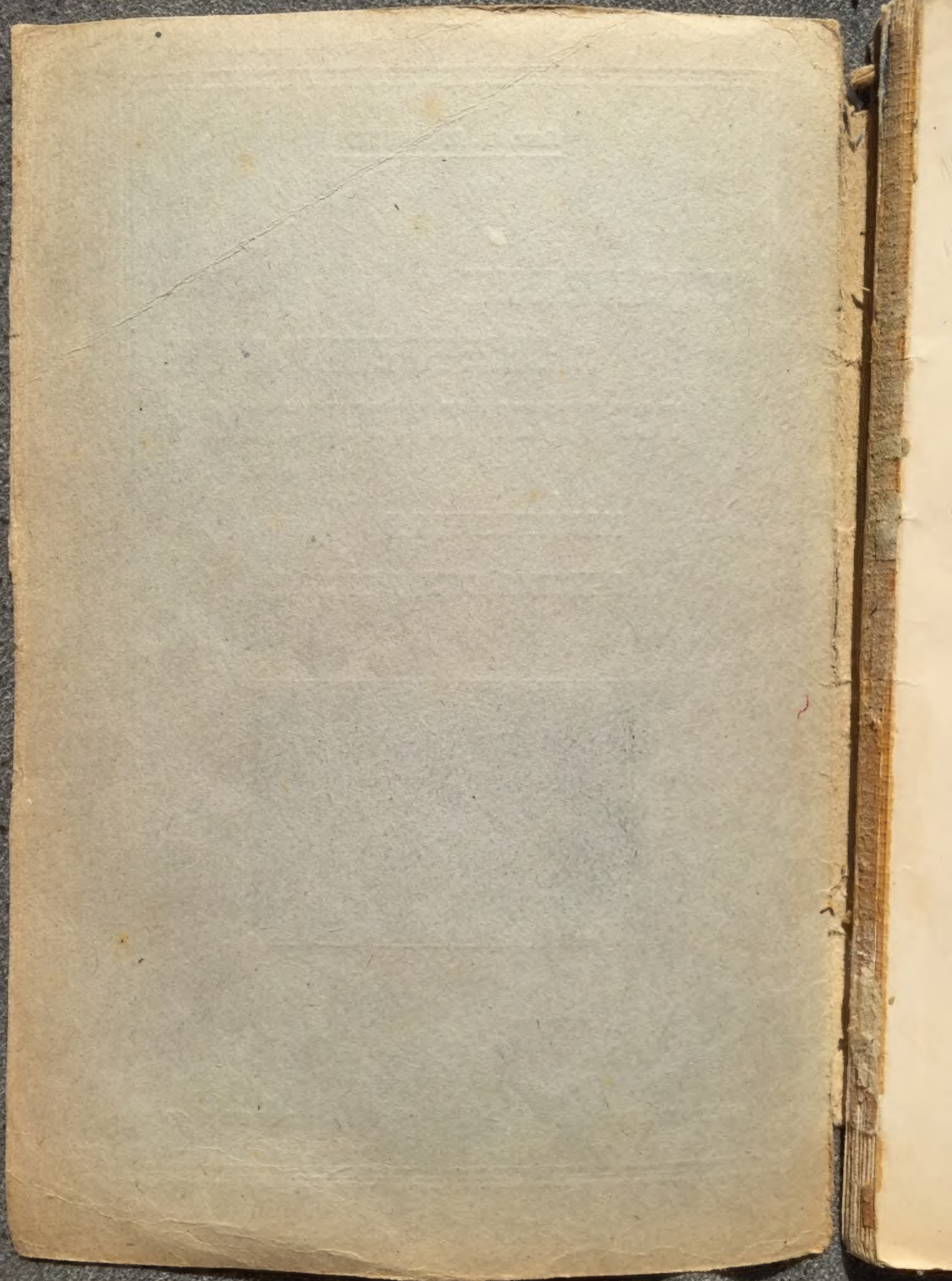
# **УДАЛЕНИЕ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГОРОДСКИХ НЕЧИСТОТ**

**КАНАЛИЗАЦИЯ  
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД**



**ИЗДАНИЕ АВТОРА**

**МОСКВА 1927**



Инж. Ф. А. ДАНИЛОВ

# УДАЛЕНИЕ и ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГОРОДСКИХ НЕЧИСТОТ

- 1) Первоначальные методы удаления и обезвреживания нечистот.
- 2) Канализация.
- 3) Очистка сточных вод.
- 4) Обезвреживание ила.
- 5) Уничтожение твердых отходов.
- 6) Сжигание трупов.

ПОСОБИЕ ДЛЯ САНИТАРНЫХ ВРАЧЕЙ, ИНЖЕНЕРОВ, ТЕХНИКОВ, КОММУНАЛЬНЫХ  
РАБОТНИКОВ И ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКИХ ДЕЯТЕЛЕЙ

---

МОСКВА  
1927.

Типография М. К. Х.

им. Ф. Я. Лаврова.

Варгункини, гора, 8.

Москва, 1926 года.

Главит 68.942.

Тираж 4.000.

# ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие . . . . .	6
Введение . . . . .	9
<b>Отдел I. Первоначальные методы удаления и обезвреживания нечистот.</b>	
Глава 1. Вывозная система . . . . .	13
» 2. Сжигание клозетных нечистот . . . . .	17
<b>Отдел II. Канализация.</b>	
Глава 3. Общее понятие о канализации . . . . .	18
» 4. Проектирование канализации . . . . .	21
» 5. Канализационная сеть . . . . .	25
Перпендикулярная система расположения каналов . . . . .	26
Пересеченная система . . . . .	26
Веерная система . . . . .	26
Поясная система . . . . .	26
Выбор поперечных сечений каналов . . . . .	28
Расчет сети . . . . .	31
Смотровые колодцы . . . . .	37
Переводы или дукеры . . . . .	40
Вентиляция сети . . . . .	44
Промывка каналов . . . . .	45
Понижение уровня грунтовых вод . . . . .	46
Производство канализационных работ . . . . .	46
Глава 6. Подъем сточных вод . . . . .	48
а) Насосная станция . . . . .	48
б) Система Лиернура . . . . .	51
в) Система Шона . . . . .	51
г) Гидравлический эжектор Грибоедова . . . . .	52
д) Шен Элиса . . . . .	53
Глава 7. Домовая канализация . . . . .	53
<b>Отдел III. Очистка сточных вод, дезинфекция.</b>	
Глава 8. Состав сточных вод . . . . .	59
» 9. Определение степени чистоты и загрязнения сточных вод . . . . .	60
» 10. Самоочищающая способность почвы и естественных водоемов . . . . .	64
» 11. Предварительная обработка сточной жидкости . . . . .	67
а) Методы механической обработки: решета, сита, центрофуги . . . . .	68
б) Песочники . . . . .	70
в) Жироуловители . . . . .	71
г) Отстаивание . . . . .	72
Глава 12. Химическое осаждение . . . . .	73
» 13. Гнилостный процесс. Септик-танк . . . . .	77
» 14. Эмшерские колодцы . . . . .	78
» 15. Пластинчатый окислитель Дибдина . . . . .	80
» 16. Способ Дегенера . . . . .	81

Глава 17. Биологические методы очистки сточных вод. . . . .	81
а) Поля орошения . . . . .	84
б) Почвенные фильтры . . . . .	88
в) Биологические окислители . . . . .	91
Биологическая станция при Ростокинской лечебнице. . . . .	96
Глава 18. Аэрактор-окислитель сист. инж. Ф. А. Данилова . . . . .	98
> 19. Аэрация сточной жидкости в присутствии активного ила . . . . .	99
> 20. Аэрофильтр сист. проф. С. Н. Строганова . . . . .	102
> 21. Рыбные пруды . . . . .	104
> 22. Удаление и обезвреживание ила . . . . .	106
> 23. Очистка сточных вод промышленных предприятий . . . . .	109
Очистка сточных вод бань и прачечных. . . . .	111
Очистка сточных вод боев . . . . .	113
> 24. Выбор метода очистки сточных вод . . . . .	115
> 25. Дезинфекция сточных вод. . . . .	116

**Отдел IV. Удаление и обезвреживание твердых отходов. Сжигание трупов.**

Глава 26. Удаление и обезвреживание твердых отходов . . . . .	119
> 27. Сжигание трупов . . . . .	122

Приложение № 1. Положение о нормах чистоты сточных вод, допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и населенных мест. . . . . 125

Приложение № 2. Обязательное постановление Президиума Моск. Совета РК и КД от 4 ноября 1924 г. О санитарных правилах устройства и содержания помойных ям, навозниц, мусорниц и отхожих мест в домовладениях. . . . . 127

# СПИСОК РИСУНКОВ.

	Стр.
1. Люфт-клозет . . . . .	14
2. Перпендикулярная система канализации . . . . .	27
3. Пересеченная система канализации . . . . .	27
4. Веерная система канализации . . . . .	27
5. Поясная система канализации . . . . .	28
6. Радиальная система канализации . . . . .	28
7. Связная система канализации . . . . .	29
8. Типы каналов Варшавской канализации . . . . .	38
9. Смотровой колодец . . . . .	40
10. Ливнеотвод . . . . .	40
11. Приемный колодец для дождевых вод . . . . .	41
12. Перевод или дукер . . . . .	42
13. Опускание дукера на дно реки . . . . .	43
14. Выпуск сточных вод в реку по системе инж. Д. И. Шпилева . . . . .	45
15. Промывной колодец . . . . .	52
16. Аппарат Шона . . . . .	52
17. Гидравлический эжектор Грибоедова . . . . .	53
18. Шен Элиса . . . . .	54
19. Ватер-клозет типа «Унитаз» . . . . .	55
20. Система домовых стоков . . . . .	56
21. Схема расположения труб для ванны . . . . .	61
22. Образец шрифта Снеллена . . . . .	70
23. Станция для механической очистки сточных вод с вращающимися барабанами в г. Индианополисе (Сев. Америка) . . . . .	70
24. Песколовка . . . . .	71
25. Жироуловитель Кремера . . . . .	73
26. Горизонтальный отстойник . . . . .	75
27. Вертикальный отстойник . . . . .	78
28. Эмшерский колодец старого типа . . . . .	79
29. Эмшерский колодец квадратного сечения . . . . .	79
30. Эмшерский колодец с квадр. закругленным сечением . . . . .	79
31. Детали эмшерских желобов . . . . .	80
32. Пластинчатый окислитель Дибдина . . . . .	86
33. План полей орошения при Измайловской больнице . . . . .	88
34. Распределение сточной жидкости по полям орошения . . . . .	89
35. Поля фильтрации . . . . .	91
36. Поля фильтрации с предварительным отстаиванием в с. Троице-Лыкове при Туркменском Народном доме . . . . .	92
37. Биологическая станция с контактными окислителями . . . . .	94
38. Непрерывно-действующий окислитель . . . . .	95
39. Непрерывно-действующие окислители с распределением помощью качающихся корыт . . . . .	98
40. Окислитель-аэратор системы инж. Ф. А. Данилова . . . . .	103
41. Аэростанция . . . . .	108
42. Фильтр-пресс для подсушивания ила . . . . .	112
43. Очистные сооружения для мыльных вод . . . . .	118
44. Хлоратор д-ра Ориштейна . . . . .	121
45. Мусоросжигательная печь . . . . .	123
46. Разрез крематория . . . . .	97
Чертеж биологической станции при Ростокинской лечебнице . . . . .	

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Предлагаемое издание представляет из себя собрание важнейших сведений по удалению и обезвреживанию жидких нечистот и твердых отходов, образующихся от жизнедеятельности человека и животных, в том числе и отходов промышленных предприятий.

Автор стремился излагать затронутые предметы хотя и кратко, но вполне научно, систематизируя весь необходимый материал в определенном научном порядке.

Даже в своем стремлении сделать изложение возможно более доступным автор не допускал нарушения научности издания.

При составлении этой книги автор имел в виду таких читателей, которые имеют достаточную естественно-научную подготовку, вполне разбираются в затрагиваемых им технических вопросах, но не получили специального образования в этой области. К числу таких лиц автор относил санитарных, врачей, инженеров и техников, мало знакомых с санитарной техникой, коммунальных работников и фабрично-заводских деятелей.

Именно такие лица неоднократно обращались к автору с просьбой написать подобную книгу.

Вполне оценивая трудность выполнения взятой на себя задачи, автор вперед просит отнестись снисходительно к настоящей его работе.

Для лучшей иллюстрации методов удаления и обезвреживания городских нечистот в книге приведено около 50 рисунков в тексте.

Кроме того автор считал нужным украсить книгу 5 портретами выдающихся научных и практических работников в той области, которую он взял на себя смелость излагать.

Мы помещаем портрет проф. Макса Петтенкофера, знаменитого гигиениста прошлого века, между прочим положившего основание теории самоочищения рек; инженера-доктора Вильяма Линдлея (1852 — 1917 гг.), много работавшего по проектированию и постройке санитарных сооружений в городах СССР.

Научные работы выдающегося ботаника и биолога Сергея Николаевича Виноградского оказали огромное влияние на технику очистки сточных вод. Ему мы обязаны выяснением явлений нитрификации и денитрификации, как биохимических процессов. Эти научные данные послужили основанием для объяснения работы биологических сооружений для очистки сточных вод.

Приносим благодарность за разрешение поместить портреты моему уважаемому учителю проф. Николаю Клавдиевичу Чижову, выдающемуся специалисту по канализации у нас в СССР, автору проектов канализации городов: Нижнего-Новгорода, Астрахани, Пятигорска и др. и ныне руководителю перепроектирования канализации города Ленинграда, и нашему знаменитому гидробиологу Сергею Николаевичу Строганову, в настоящее время одному из крупнейших работников по научным исследованиям и практическому приложению метода очистки сточных вод с помощью аэрации в присутствии активного ила. Работы С. Н. как раз сейчас усиленно комментируются в Западной Европе и Америке.

Большая часть цифр приводимых автором основана на личном его опыте, а затем на литературных данных, приводимых в различных отчетах об устройстве и эксплуатации сооружений по удалению и обезвреживанию жидких и твердых нечистот.

Автор не приводит списка старых дореволюционных работ в этой области, т. к. все они сделались библиографической редкостью, и достать их очень трудно, из новейших же работ по удалению и обезвреживанию нечистот необходимо привести следующие:

- 1) Проф. Н. К. Чижов.—Водостоки <sup>1)</sup> 1927 г.
- 2) Проф. В. Ф. Иванов.—Канализация населенных мест. Одесса 1926. Цена 8 рублей.
- 3) Проф. Н. Ушаков.—Канализация населенных мест. Вып. I. Общие основания устройства водостоков и составление проектов водосточной сети. Москва. 1923 г.
- 4) Инж. Я. Я. Звягинский.—Домовая канализация. Ее устройство и эксплуатация. Москва. 1922 г.
- 5) Основные положения для проектирования, устройства и эксплуатации сооружений для биологической очистки сточных вод. Издание Всероссийских Вод. и Санитарно-Технических С'ездов. Москва. 1925 г. цена 50 к.
- 6) Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб. Издание В. Водопр. и Санитарно-Технических С'ездов. Москва. 1925 г.
- 7) Сортамент чугунных канализационных труб. Издание Промстандарт ВСНХ. 1925 г.
- 8) Главная насосная канализационная станция в Москве. Чертежи. Издание В. Водопр. и Санитарно - Технических С'ездов на 3-х листах. 1925 г.
- 9) Инж. И. А. Архангельский.—Проектирование канализации города Москвы.
- Санврач В. М. Привалов.—Санитарные показания к дальнейшему развитию канализации города Москвы. Москва. 1925 г.
- 10) Аэрация с активным илом как метод очистки сточных вод. Четыре части. 5-ый отчет Совещания по очистке сточных вод за 1914—1922 гг. Издание МКХ. Москва 1923—24—25 гг.

<sup>1)</sup> Книга в новом издании в настоящее время печатается.

11) Санврач *В. А. Горбов* и инж. *Н. М. Стрелков*.—Приемники для отбросов во владениях. Под редакцией инж. *Ф. А. Данилова*. Издание ГУКХ. Москва. 1926 г. Цена 1 руб.

12) Справочник по очистке сточных вод кожевенных заводов, посвященный памяти проф. *С. П. Лангового*. Издание Центрального Ком. Водоохранения. Москва. 1927 г. (печатается).

13) Труды XII Всероссийского Водопр. и Санитарно - Технического С'езда. Москва. 1924 г.

14) Труды I Всесоюзного Водопр. и Санитарно-Технического С'езда. Москва. 1926 г.

15) Труды Первого Совещания по рационализации водопроводного и канализационного хозяйства. Издание ГУКХ РСФСР. Москва. 1925 г.

16) Проф. *Н. Н. Павловский*.—Гидравлический справочник. Ленинград. 1924 г.

17) *Genzmer, Ewald*, Dr.-Ing., *Geh. Baurat* Prof. a. d. Techn. Hochschule Dresden.—«Die Entwässerung der Städte». 5 umgearb. u. verm. Auflage 583 s. Oktav, mit 765 Abb. u. 1 Sachverzeichnis. Leipzig *Wilh. Engelmann* 1924. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften.

18) *Imhoff*, Dr.-Ing.—Taschenbuch der Stadtentwässerung. Mit 11 Abb. im Text und 16 Tafeln. Vierte verbesserte Auflage. *Oldenbourg*, München — Berlin, 1925.

19) *C. Reichle* und *R. Weldert*.—Der gegenwärtige Stand des neuen biologischen Abwasserreinigung verfahrens mit belebten Schlamm. Помещено в издании: «Kleine Mitteilungen für die Mitglieder des Vereins für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung». Drittes Beiheft. April, 1926.

20) Fortschritte des Abwasserreinigung von Dr.-Ing. *K. Imhoff*. 1925. *Carl Heymanns Verlag*. Berlin W8.

## ВВЕДЕНИЕ.

Санитарное неблагоустройство населенных мест зависит, главным образом, оттого, что жители не пользуются хорошей питьевой водой, что поверхность улиц не спланирована, и в рытвинах скопляется дождевая вода; что в дождливое время немощенные улицы утопают в грязи, что вокруг жилищ накапливаются отбросы жизнедеятельности человека и животных. Эти отбросы, собранные в кучу, подвергаются гниению с выделением зловонных газов, которые заражают воздух, необходимый для дыхания человека. Жидкие продукты гниения органической материи проникают в грунт и загрязняют почву; почвенные загрязнения доходят до грунтовых вод и делают их непригодными для питья и домашнего потребления.

Поверхностные загрязнения во время ливней, весеннего половодья и осенних паводков попадают в протекающие вблизи населенных мест ручьи и реки и, таким образом, портят в них воду. Словом, загрязнения территорий городов и поселков одновременно портят воздух, почву и воду естественных водоемов и протоков — эти стихии, чистота которых обуславливает здоровое существование населения. Жизнь показала, что именно в таких загрязненных местах свивают себе гнезда эпидемии брюшного тифа, дизентерии, холеры. Оздоровление таких местностей тесно связано с подачей надлежащего количества чистой питьевой воды, с планировкой и замощением улиц, с дренажем заболоченных почв и своевременным и полным удалением всех нечистот, образующихся от жизни человека и животных, а также со спуском сточных вод из общественных прачечных, бань и промышленных предприятий.

Правильное водоснабжение возможно лишь с устройством водопровода, но большое потребление воды влечет за собой огромные затруднения, связанные с удалением загрязненных вод. Пока потребление воды не превышает 2-х ведер на человека в сутки, можно еще обходиться примитивными способами ограждения почвы от загрязнения, но с развитием культуры в жилых домах городов устраиваются ватерклозеты, ванны, души и проч., поэтому расход воды на одного человека в сутки возрастает, и обыкновенные выгребные ямы, хотя-бы и хорошо устроенные, вызывают неизбежное загрязнение почвы, т. к. бочечная отвозка нечистот за город становится непосильной для домовладельцев, и они волей неволей вынуждены большую часть загрязненных вод пускать в почву или по ночам откачивать их наружу и отправлять по уличным лоткам в естественные водоемы; такие ухищрения хотя и преступны, но неизбежны,

потому что стоимость чистой воды, полученной из водопровода, значительно меньше стоимости удаления грязных вод за пределы города. Например, в Москве в довоенное время чистая вода в домовых водопроводах обходилась 12 коп. за 100 ведер, или 5 коп. за сорокаведерную бочку. Отвезти же такое количество за пределы города стоило в то время около 2-х рублей за бочку. Естественно, поэтому человеческая мысль работала в том направлении, чтобы удаление грязных вод производилось просто, безвредно в санитарном отношении и дешево. Так появилась канализация, т.-е. удаление грязных вод с помощью подземных труб и каналов за город. В Союзе Советских Социалистических Республик очень немного водопроводов и совсем ничтожное количество канализаций. На I Всесоюзном Водопроводном и Санитарно-Техническом Съезде в 1925 году было сообщено, что только 20% городов имеют водопроводы, но и то большинство из них не отвечают санитарным требованиям, предъявляемым к хорошему водопроводу, а именно или дают слишком мало воды ( $1\frac{1}{2}$  — 1 ведро на человека в сутки, например, Новороссийск, Тверь, Орел и проч.), или снабжают население недоброкачественной водой (Тверь, Вятка, Тирасполь и пр.). Что же касается сельских местностей, то можно отметить лишь ничтожное количество водопроводов, устроенных в Саратовской, Харьковской, Херсонской и Таврической губерниях, в которых существовали гидротехнические отделы.

Канализация же существует лишь в 22 городах, и то в большинстве случаев это санитарное устройство обслуживает лишь незначительную часть города (Самара, Саратов, Оренбург, Нижний-Новгород и пр.). Между тем врачебно-санитарная статистика дает очень богатый материал для суждения о влиянии хорошего водопровода и канализации на сокращение заболеваний и смертности от инфекционных болезней, в особенности брюшного тифа, дизентерии и холеры.

В Западной Европе холера в эпидемической форме не имела места уже с 1893 года: последняя эпидемия была в Гамбурге. У нас в РСФСР, за отсутствием в населенных местах здоровой питьевой воды, холера имела место в 1903, 1908, 1915, 1918 и 1922 г.г., почти все случаи ее распространения связаны с употреблением дурной питьевой воды.

Брюшной тиф, дизентерия и другие желудочно-кишечные заболевания до настоящего времени повсеместно имеют широкое распространение там, где употребляют недоброкачественную питьевую воду. В доказательство того, что с устройством хорошего водопровода, а затем и с устройством канализации санитарное благополучие населения города достигает высокой степени, можно сослаться на примеры Одессы, Варшавы, Москвы, Киева и других городов, в которых доброкачественная питьевая вода совсем приостановила возможность развития холерной эпидемии и значительно уменьшила заболевания брюшным тифом и дизентерией. Канализация довершала дело оздоровления города и понижала общую смертность населения.

Причина улучшения санитарного состояния города после проведения канализации очень проста. С отведением всех нечистот за пределы города

зв  
ни  
но  
т.  
ок  
аз  
ны  
за  
не  
мы  
ни  
газ

с помощью подземных каналов почва владений почти не загрязняется, потому что выгребные ямы уничтожаются, и всевозможные поглощающие колодцы (колодцы, вырытые до водоносного слоя, в которые спускаются все жидкие нечистоты для поглощения) прекращают свое действие. Ассенизационные бочки, отвозившие нечистоты из выгребов за город, уже не загрязняют дворов и улиц. Выгребов и поглощающих колодцев опасны в том отношении, что нечистоты, попадая в почву, подвергаются гнилостному разложению с помощью особых микроорганизмов, среди которых попадаются и болезнетворные. Микроорганизмы могут развиваться до тех пор, пока есть органические загрязнения, которые служат им пищей. С прекращением загрязнения почвы выгребов и поглощающими колодцами уничтожается возможность поддержания жизни микроорганизмов, вы-



М. Петтенкофер.

зывающих гниение, и количество их доходит до минимума. Если загрязнение только поверхностное, т.-е. если нечистоты распределяются по поверхности почвы очень тонким слоем, то гниения при этом не происходит, т. к. эти загрязнения, благодаря кислороду воздуха и солнечному свету, окисляются (медленно сгорают) при помощи других микроорганизмов, аэробных (питающихся кислородом воздуха), и превращаются в минеральные вещества, совершенно безопасные для человека. В почве, пропитанной загрязнениями, в особенности мало проницаемой для воды, уже на глубине 0,5 метра не содержится кислорода, поэтому там живут микроорганизмы, не питающиеся кислородом воздуха (анаэробные) и вызывающие гниение—разложение органических веществ с выделением аммиака, болотного газа, серо-водородного газа и проч.

Возбудители брюшного тифа, холеры и дизентерии вызываются специфическими бактериями, попадающими в человеческий организм вместе с загрязненной питьевой водой, взятой из грунтового колодца или из естественного водоема. Хороший водопровод дает безупречную в санитарном отношении воду, а канализация не допускает загрязнения почвы. Разительный пример недопустимости давать жителям большое количество воды при отсутствии канализации представляет собой в настоящее время город Баку, в котором с 1917 г. начал действовать вновь устроенный Шолларский водопровод, снабжающий население города в количестве до 3—4 ведер чистой воды на человека в сутки, а за отсутствием правильной канализации грязные воды пропитывают почву и заливают подвалы.

---

## ОТДЕЛ I.

# Первоначальные методы удаления и обезвреживания нечистот.

### Глава I. Вывозная система.

Охрана жилищ и почвы от загрязнения домовыми отбросами жидкого и твердого характера является одной из крупнейших санитарно-технических задач.

Чтобы эти нечистоты не проникали в почву и не заражали ее, необходимо их собирать в непроницаемых выгребях и помойных ямах, из которых они должны быть возможно чаще увозимы за пределы города или поселка; наиболее неприятными в этом отношении являются человеческие экскременты и моча.

Каждый человек в среднем выделяет 90 грамм экскрементов в сутки и 1.300 грамм мочи, что составляет в год 32 килограмма твердых веществ (около 2 пудов) и 474,5 килограмм мочи (около 28 пудов). В простых отхожих местах приемники для нечистот делаются иногда в самих жилых домах, и в таких случаях зловоние от них распространяется как около дома, так и в самих жилых помещениях. Улучшить такие устройства чрезвычайно трудно, потому что жидкие нечистоты пропитывают и почву и стенки самого здания. Можно рекомендовать лишь устройство высоких вытяжных труб и ежедневную посыпку нечистот небольшим слоем сухой растительной земли или торфа.

Наиболее совершенным отхожим местом в санитарном отношении служит так называемый люфт-клозет (воздушный клозет); он назван так потому, что в нем большую роль играет вентиляция. Люфт-клозет без ущерба для жилья и обитателей жилища может быть сделан в нем самом. Простейший люфт-клозет состоит из комнатки самого клозета и непроницаемой выгребной ямы; это помещение при квартире с 10—15 обитателями должно иметь размеры 1 на 1,5 метра; пол люфт-клозета лучше всего сделать непроницаемым, напр., бетонным; воронка для сидения берется чугунная эмалированная и своим патрубком вделывается в бетонный пол; выгребная яма делается также бетонная или кирпичная на портландском цементе. Помещение люфт-клозета должно быть теплое, размер его выгребя подсчитывается по количеству обитателей и числу чисток в году: на 15 обитателей полезный объем выгребя будет, при двух чистках в году,

равен  $\frac{15 (32 + 474,5)}{2} = 3,81$  куб. метра. Так как нечистоты в выгребной

яме люфт-клозета испаряются, то полезный объем ямы может быть принят равным 3 куб. метрам. На рис. 1 изображен люфт-клозет при квартире.

Для того, чтобы люфт-клозет действовал безупречно и не издавал даже признака дурного запаха, необходимо при устройстве его соблюсти следующие условия:

1) Та часть выгребя, которая выходит наружу дома и закрыта люком для его очистки, должна быть защищена от промерзания и от проникновения в выгреб холодного воздуха.

2) Под полом клозета,верху выгребной ямы, устраивается вытяжная труба, имеющая в поперечном сечении не менее  $18 \times 25$  см и проходящая в подполье к русской печке или к плите, находящейся в квартире,

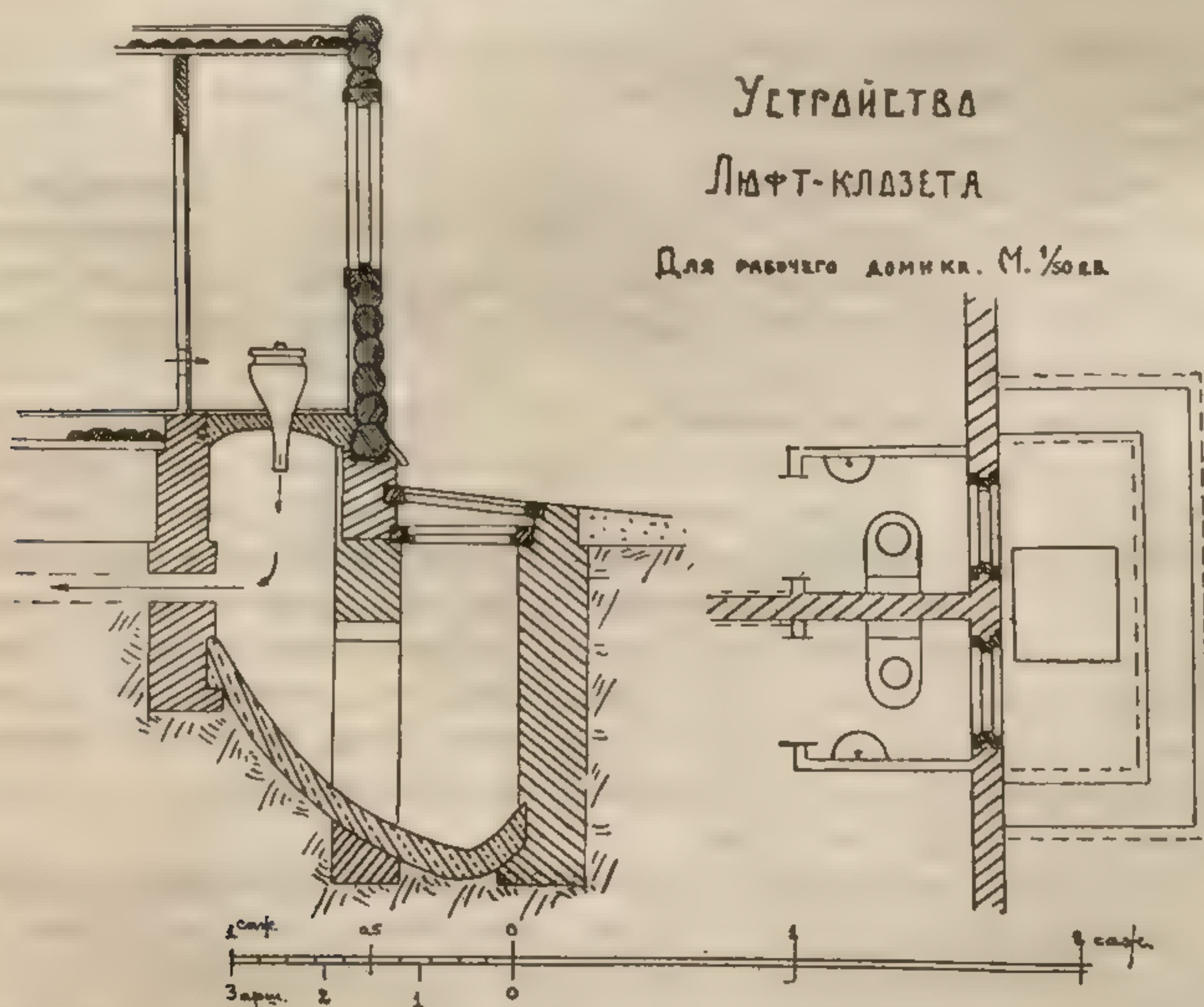


Рис. 1.

и идущая в этой печке рядом с дымовым ходом, но отдельно от него сверху до самого конца дымовой трубы.

3) Выгребная яма должна быть изолирована от подполья, и если она в крайнем случае выделана из деревянного сруба, то этот сруб должен быть снаружи обмазан плотным слоем глины.

4) Вентиляция люфт-клозета должна происходить всегда в одном направлении, а именно: воздух из помещения сквозь воронку сидения проходит в выгребную яму, а оттуда в вентиляционную трубу, которая еже-

дневно подогревается варочной печью или плитой; чтобы не перебить это направление движения воздуха, в люфт-клозете не должно быть форточек в наружных окнах или вытяжек в печи, если таковая в люфт-клозете имеется.

5) Для постоянного притока воздуха в люфт-клозет в нижней части его двери делается отверстие, заделанное решеткой.

Концентрация нечистот в выгребных отхожих мест и люфт-клозетов довольно большая, и очистку этих ям приходится делать в теплое время с помощью черпаков.

Если в жилых домах имеется водопровод, то в них устраиваются ватер-клозеты, и в таком случае нечистоты разбавляются водой. При отсутствии канализации эти нечистоты отводятся в непроницаемые выгребные ямы, куда направляются также грязные воды из кухонных раковин, умывальников и ванн. Ватер-клозеты устраиваются в последнее время исключительно английской системы типа «унитаз», с промывкой из бачков, автоматически наполняющихся до объема в 6 литров и опоражнивающихся при помощи подергивания особой цепочки.

При отсутствии канализации, клозетных и хозяйственных вод выходит на человека 1—2 ведра в сутки. В больших домах, имеющих с десяток квартир, с населением, примерно, в 50 человек, в выгребную яму будет поступать ежедневно до 100 ведер грязной воды или в месяц 3.000 ведер. Отвозка этих грязных вод за город стоит так дорого, что обычно вывозится не более 10% этого количества; остальные 90% уходят в почву, загрязняя ее настолько, что по анализам подпочвенных вод в больших городах они содержат в растворе солей более 5 г на 1 литр, т.-е. в 10 раз больше, чем то бывает обычно в естественных водах. Состав этих растворенных веществ совершенно иной, нежели в естественных водах; эти соли произошли, главным образом, от загрязнений органическими отбросами. Анализ загрязненных почвенных вод показывает, что в них находится аммиак, соли азотистой и азотной кислот, поваренная соль в большом количестве, сероводород и др. составные части, которых мы никогда не встречаем в чистых водах.

Содержимое выгребов, отхожих мест и ватер-клозетов отвозится обыкновенно за город на определенные места, называемые свалками. Лучшими в санитарном отношении бочками, служащими для этой отвозки, являются так наз. пневматические бочки, из которых выкачивается воздух, и грязная жидкость, с помощью прорезиненного пенькового рукава, входит в них, автоматически заполняя разреженное пространство бочки.

Обыкновенно обозы с бочками направляются на свалки, которые устраиваются таким образом, что бочки ввозятся на деревянный помост, и нечистоты сливаются на него, при чем жидкость стекает с помоста в находящуюся под ним яму, а густые осадки собираются и подсушиваются особо. Жидкость, отстоявшись в земляных ямах, направляется для окончательного обезвреживания на земельные участки. Осадки же охотно разбираются соседними крестьянами для удобрения своих полей. Отстойные ямы и участки орошаемой земли с течением времени засыпаются землей, и нечистоты выливаются на такую же систему расположенную рядом.

Свалки распространяют на большое расстояние сильное зловоние, поэтому в последнее время вместо них начали устраивать сливные станции.

Сливная станция представляет из себя солидное здание с отстойниками и различными очистителями, о которых мы скажем после. Подвода с бочкой въезжает внутрь здания, и спуск нечистот производится с помощью прорезиненного пенькового рукава, привинчиваемого к бочке, так что нечистоты все уходят, не пачкая пола здания, в особые отстойники. Густая масса, осевшая на дно бочки, выгребается из нее особо и обрабатывается на особых подсушивающих аппаратах вместе с плавающими в жидкости веществами, задерживаемыми на решетках, сквозь которые протекают жидкие нечистоты, сливаемые из бочек. Подсушенные твердые части в значительной степени состоят из горючих веществ, поэтому на некоторых станциях они сжигаются в специальных мусоросжигательных печах; жидкость же, пройдя отстойники, значительно осветляется и на московской сливной станции после разбавления чистой водой направляется в канализационный канал, по которому, вместе с остальной канализационной жидкостью, идет на поля орошения для окончательного обезвреживания. В Ленинграде такая сливная станция снабжена чугунной трубой, по которой жидкие нечистоты без всякой предварительной обработки перекачиваются прямо в море.—Осадки из отстойных резервуаров направляются на особые участки земли, на которых они распределяются тонким слоем и подсушиваются, после чего их легко собирать лопатами и с помощью тачек или вагонеток отвезти за пределы станции; эти осадки обладают большими удобрительными свойствами и потому разбираются на сельскохозяйственные поля. Сливная станция снабжается водопроводной водой в достаточном количестве для того, чтобы содержать ее в чистоте и, если нужно, разбавлять нечистотную жидкость. Сливная станция хорошо вентилируется и снабжается достаточным количеством рабочего персонала и в таком случае не представляет никакой опасности в санитарном отношении.

Однако, лучшим методом обезвреживания нечистот из выгребных ям можно признать почвенный способ, получивший у нас в России название способа доктора Белоусова. Тридцать лет тому назад санитарный врач г. Тулы д-р Белоусов получил в свое распоряжение несколько десятков десятин полевой земли, которую разделил на участки и по очереди заливал равномерно эти участки нечистотами из выгребов. Залитый участок оставлялся в покое и подсыхал, а нечистоты спускались на соседний участок; слив производился в большом порядке и под строгим санитарным надзором. Подсохшие участки запахивались, и на них культивировались огородные растения; урожай был настолько хорош, что эти участки сдавались за деньги арендаторам. Можно с особой настойчивостью рекомендовать этот способ обезвреживания нечистот, но он требует значительной площади земли и поэтому в больших городах не получил применения.

## Глава 2. Сжигание клозетных нечистот.

Здесь уместно сказать еще несколько слов об уничтожении жидких и твердых человеческих выделений путем сжигания. В широком масштабе этот метод не получил применения, потому что при сжигании мочи и экскрементов требуется прибавлять топливо, до 1 килограмма дров на человека в день. Сожигательные печи для жидких нечистот имеются нескольких систем: Ярковского, Фаддеичева, Мельникова, Кочурина и др.

Все эти системы могут быть разделены на 2 группы; в одних, как, например, у Ярковского, нечистоты подвергаются неполному сгоранию с образованием горючих газов (окиси углерода, углеводородов и пр.), и затем эти газы, нагретые до высокой температуры в присутствии горячего воздуха, сжигаются, так что в атмосферу через дымовую трубу поступают окончательные продукты горения; в других, как, например, у Мельникова, моча и твердые отбросы подсушиваются с выделением вонючих газов, которые удаляются вместе с дымом через высокую трубу в атмосферу.

Сущность процессов сжигания состоит в следующем: в одноэтажном здании с подвальным помещением размещаются—наверху отхожее место с воронками для сидений и писсуары, а в подвальном этаже сожигательная печь, причем моча направляется в особые горячие камеры, подобные баням каменкам, наполненные, однако, не камнем, а битым чугуном. В этих каменках на раскаленном чугуне моча не только испаряется, но и сгорает, экскременты же падают на горячие чугунные плиты, постепенно подвигаясь к топливнику, где и сгорают окончательно вместе с дровами. Такие печи удобны лишь там, где есть малоценные горючие отбросы, например, на Коломенском, Путиловском, Брянском заводах, на узловых станциях железных дорог, где имеется много горючих отбросов, выметаемых из вагонов.

К недостаткам этих печей относится большое потребление топлива; например, на фабрике б. Бунчук печь Фаддеичева на 500 человек потребляет 2 куб. сажени дров в месяц. Вторым недостатком, почти неизбежным, заключается в том, что, несмотря на высокую трубу и вентиляционное приспособление, эта печь все же издает неприятный запах, который чувствуется больше вокруг зданий отхожего места, нежели в нем самом, потому что в отхожем месте вентиляция устраивается так же, как в люфт-клозетах с сильной тягой через воронку сидения в вытяжную трубу. Устройство подобных печей на 500—1.000 человек обходится в 5—6 руб. на человека.

Что касается печей для сжигания мусора и твердых отбросов, то об этом будет сказано особо в конце этой книги.

## ОТДЕЛ II.

### К а н а л и з а ц и я.

#### Глава 3. Общее понятие о канализации.

Система выгребов с вывозкой жидких нечистот бочками, даже при самом хорошем содержании ее, имеет столько отрицательных сторон в санитарном отношении, что с половины прошлого столетия в городах Западной Европы, а затем и у нас в СССР, стали устраивать канализацию. По этой системе экскременты, моча и хозяйственные грязные воды разбавляются большим количеством водопроводной воды и сливаются в проложенные в земле трубы и каналы различных диаметров и поперечных сечений, а затем выводятся за пределы города к месту их очистки и обез-



Вильям Линдлей.

вреживания. Канализация представляет из себя целую сеть труб, причем у начальных пунктов и в высоких местах города диаметры труб небольшие (150, 200, 250 мм и т. д.), а в низких местах, куда подходят сточные воды с целых районов города, поперечное сечение труб возрастает, и такие трубы называются уже коллекторами (сборными трубами). К домовым и хозяйственным водам по пути канализационной сети присоединяются стоки грязных вод из бань, прачечных, фабрик, заводов и других промышленных предприятий. В больших европейских городах, например, Лондоне, Париже, Берлине, Варшаве и частью в Одессе в эти же трубы спускаются все воды атмосферных осадков (от дождей, тающего снега и

пр.); в таком случае диаметр труб значительно увеличивается, чтобы пропустить воды от самых больших ливней. Канализация, устроенная для удаления всех домовых, фабрично-заводских и поверхностных вод, получаемых от атмосферных осадков, называется общесплавной. Коллекторы в таких системах доходят до огромных размеров; в Париже, например, в больших коллекторах служащие канализации проезжают по проте-

кающим в них сточным водам на лодках. Все же при больших размерах каналов общесплавная канализация не способна бывает в большие ливни вывести все сточные воды за пределы города, поэтому коллекторы, расположенные вдоль протекающих в городе рек, соединяются с этими реками особыми трубами, называемыми ливнепусками.

Устройство общесплавной канализации требует замощенных улиц и площадей в городе, потому что в противном случае в трубы и каналы во время ливней с водой нанесено будет много земли, песку и всякого сора, так как немощенные улицы почти совсем не убираются.

Канализация, предназначенная для удаления лишь [домовых и фабрично-заводских сточных вод, но не принимающая вод атмосферных осадков, называется раздельной; иногда ее называют американской, а общесплавную английской. При раздельной системе канализации размеры поперечных сечений каналов значительно меньше, и поэтому с финансовой стороны эта система более доступна.

Города СССР почти не имеют канализации, а если и имеют (22 города), то за исключением 6 городов (Одессы, Самары и пр.) по раздельной системе; последнее название канализация получила потому, что воды от атмосферных осадков отводятся в ближайшие водоемы и протоки по отдельной совершенно самостоятельной канализационной сети, которая сплошь да рядом уже не представляет из себя связанной системы, а состоит из отдельных совершенно самостоятельных водостоков (Ленинград, Москва, Ростов на Дону, Тифлис и пр.).

Удаление сточных вод с помощью подземных каналов было известно еще за несколько столетий до нашей эры: так, в древнем Вавилоне, Ниневии, Афинах, Риме и других городах нечистоты отводились подземными каналами частью на сельско-хозяйственные поля, а частью прямо в реки. Еще совсем недавно, один из древних общесплавных каналов Рима «Слоаса Махима», построенный при Тарквинии Приске, включен, по проекту инженера Бони, в канализацию современного Рима.

Древняя культура в санитарном отношении, так же, как и во всех других, замерла более чем на 1.000 лет, и только в XVII веке с развитием новой материальной культуры и благодаря успехам научных знаний с одной стороны, а с другой стороны вследствие распространения грозных эпидемий холеры, чумы, проказы и других эпидемических заболеваний снова появились идеи борьбы с этими бедствиями с помощью санитарно-технических сооружений. Великобритания первая выступила с этими сооружениями; так, например, г. Эдинбург еще во II половине XVIII столетия отводил свои сточные воды на сельско-хозяйственные поля. На континенте первым городом, устроившим канализацию в 1842 г., был г. Гамбург; в 1857 г. при Наполеоне III, который в это время перестраивал весь Париж, в этом городе была устроена также общесплавная канализация.

В шестидесятых годах прошлого столетия была устроена канализация в г. Одессе; в семидесятых годах в Берлине, в восьмидесятых в Варшаве, в девяностых в Москве и т. д.

Общесплавная канализация имеет много достоинств, так как удаляет из города все нечистоты и делает санитарное состояние улиц и площадей более благоприятным, нежели при раздельной системе. Но она требует хорошего замощения всех проездов и своевременной уборки уличных сметок; она дорога по первоначальным затратам, и при ней приходится строить огромные коллекторы, которые работают своим полным расчетным сечением лишь в большие ливни, а таких дней в году наберется очень немного. В засушливые дни общесплавная канализация пропускает лишь домовые и промышленные сточные воды, что составляет небольшую <sup>1)</sup> часть расчетного сечения каналов; после ливней стенки каналов бывают загрязнены, а по дну их собираются большие осадки; для промывки стенок каналов требуется большое количество водопроводной или речной воды. При общесплавной системе сооружения для очистки сточных вод приходится проектировать значительно большими, чем при раздельной системе.

Самым крупным преимуществом раздельной системы является ее большая дешевизна сравнительно с общесплавной. Можно смело сказать, что во многих городах существует канализация лишь потому, что принята раздельная система, иначе почва города и поныне загрязнялась бы нечистотами; это определенно можно отнести к Москве, Харькову, Киеву, Саратову, Оренбургу и другим городам, которые, за неимением средств, решились, вместо общесплавной, построить раздельную канализацию.

При постройке раздельной системы канализации дождевые воды могут быть отводимы самостоятельными трубами лишь с улиц и площадей, подтопляемых во время ливней, в других же местах дождевые воды отводятся по уличным лоткам в ближайшие ручьи и реки. Благодаря постоянству расхода сточной жидкости в трубах и каналах раздельной системы, эти последние менее загрязняются и требуют меньше специальной промывки. Меньшие размеры труб и каналов, а также меньшие, сравнительно с общесплавной канализацией, сооружения для очистки вод вызывают и меньшие расходы на эксплуатацию канализации.

В нескольких городах Германии и Австрии канализация была устроена для удаления хозяйственных и домовых вод (за исключением kloзетных), а также сточных вод фабрик и заводов. Все эти воды отводились прямо в реки без всякой очистки, а kloзетные воды не разрешалось спускать в реки без предварительной очистки, поэтому их собирали в выгребных ямах и отвозили за город. Эта система не имела успеха, потому что фабричные сточные воды в настоящее время также не допускаются в реки без предварительной очистки.

---

<sup>1)</sup> Количество и быстрота подхода ливневых вод к каналам зависят от многих причин: от величины замощенной поверхности улиц и площадей, от интенсивности застройки, от характера грунта и его водопроницаемости, от уклонов местности, по которой протекают поверхностные воды, и пр.

## Глава 4. Проектирование канализации.

Кроме сети труб и каналов канализация состоит из смотровых колодцев, переводов или дукеров, приспособлений для промывки сети, дождевых приемников и ливнеспусков и других сооружений, о которых подробно будет сказано ниже.

При проектировании канализации прежде всего необходимо иметь точный межевой план местности, подлежащей канализированию, с нанесением всех проездов (даже не застроенных), оврагов, ручьев и рек. На этом плане должны быть также нанесены горизонталы—линии пересечения горизонтальных плоскостей с земной поверхностью, отстоящие друг от друга по высоте на 1 метр или 0,5 метра. Эти горизонталы дадут довольно полное понятие о рельефе местности, и, таким, образом проектирующий будет иметь возможность выяснить, как должна быть расположена сеть уличных труб, и каким образом пойдут коллекторы, собирающие с различных участков сточные воды. Главные коллекторы пойдут по наиболее пониженным местам города и уже в конце города, приняв ответвления всех домовладений, направят сточные воды к месту их обезвреживания, при чем возможно, что сооружения для очистки сточных вод будут находиться выше последнего пункта канализации; в этом случае сточные воды перекачиваются и подаются к месту их обезвреживания.

Приступая к проектированию канализации, необходимо знать почвенные и гидрогеологические условия местности, в особенности же глубину залегания грунтовых вод, с которыми, в случае их высокого стояния, при постройке канализации придется энергично бороться.

При общесплавной канализации, а также при постройке дождевых водостоков, важно знать высоту слоя воды, выпадающей при самых больших ливнях, и общую высоту годового слоя атмосферных осадков.

Ко времени проектирования канализации необходимо выяснить состав населения города, с указанием прироста его и с распределением его по населенным кварталам. Обычно город канализируется не весь сразу, а лишь в тех его частях, которые населены достаточно густо и снабжены водою в количестве, достаточном для разбавления нечистот и удаления их с помощью канализационных труб. Таким образом, городская канализация строится в несколько очередей, при чем в 1 очередь попадают наиболее густо населенные участки города, и в последнее время рекомендуется к ним присоединять районы города, особенно неблагополучные в санитарном отношении. Канализация 1 очереди проектируется со всеми деталями, но вместе с тем производится расчет канализации всей площади города в том предположении, что все малонаселенные и еще незастроенные кварталы будут в свое время застроены и заселены. Чтобы через несколько лет по постройке канализации не пришлось ее главные коллекторы заменять каналами большего размера, эти коллекторы рассчитываются на количество сточных вод, получаемое от населения, которое будет в городе через 30—35 лет, уличная же сеть каналов на участках города II или III очереди не разрабатывается подробно, а лишь наносится схематически.

Для получения сведений о составе населения и его приросте необходимо в течение нескольких лет вести правильную статистику населения, а для получения сведений о санитарном состоянии различных частей города необходимо вести врачебно-санитарную статистику об общей заболеваемости и смертности населения, а также о заболеваемости и смертности от заразных болезней, в особенности от брюшного тифа, дизентерии и холеры в случае ее появления.

Принимая во внимание современное распределение населения города и наблюдающийся прирост его, решают вопрос, в каком направлении пойдет застройка окраин, и как будет расселяться прирост будущего населения<sup>1)</sup>. Ответ на этот вопрос даст возможность разрешить, как будет распределено население через 30—35 лет, и какая плотность населения будет тогда в данном городе. Так, проф. Н. К. Чижов при проектировании канализации г. Астрахани рассуждал по поводу населения следующим образом: в данный момент (1909 г.) в Астрахани всего населения 140.000, из которых на территории I очереди живет в настоящее время, примерно около 50.000 человек; в остальной заселенной части города живет, примерно 75.000 человек и, наконец, на пустынных окраинах города разбросано около 15.000 человек. По проекту канализация должна удовлетворять потребности населения в 250.000 человек, из которых к I очереди было отнесено 80.000 жителей, а ко II—170.000 жителей. Площадь центральной части города (за исключением городских садов, торговых площадей и водных протоков), канализируемой в I очередь, равна 816.800 кв. саж. (3.718.255 кв. метров), а площадь окраин, составляющая канализацию II очереди равна 2.621.100 кв. саж. (11.932.045 кв. метров), что составляет в I очереди канализации на 1 жителя — 10,2 кв. саж. (54,5 кв. метра), а во II — 15,4 кв. саж. (86,4 кв. м). Если эти данные пересчитать на 1.000 кв. саж. площади кварталов города, то окажется в I очереди на эту площадь придется по 98 человек, а для II очереди по 65 человек.

Проф. А. К. Енш при проектировании канализации г. Казани принял следующие данные: население города в момент составления проекта (1915 г.) взято 188.000 человек; считая ежегодный прирост по 2,2% (по сложным процентам), к 1923 г. оно достигнет 350.000 человек. Для густо населенных мест на 1.000 кв. сажен по его проекту приходится 185 человек, а для окраин на ту же площадь приходится 123 человека.

При проектировании канализации г. Москвы плотность населения была принята для I очереди (город в черте Садовой улицы) 5 кв. саж. на человека, а для II—10 кв. саж.<sup>2)</sup>

В г. Харькове для центрального района было предположено 5 кв. саж. на 1 жителя, а для внешнего—8 кв. саж. на 1 жителя.

Далее, при проектировании канализации необходимо знать количество вод, подлежащих удалению.

<sup>1)</sup> Правильнее при проектировании канализации иметь полный план перепланировки города, включая в этот план все окраины и пригороды, а также те участки земли, которые через 25—30 лет должны быть застроены.

<sup>2)</sup> Эта цифра при постройке II очереди была понижена до 7 кв. саж.

При общесплавной системе, кроме межевого плана города, необходимо знать площадь водосбора, т.-е. ту площадь земли, с которой дождевые воды и воды от тающего снега попадают на территорию города. Бывает так, что в городе текут дождевые воды из вышележащих участков земли большой площади. Конечно, лучше всего такие воды не допускать в город и обводными каналами отводить их за пределы города в естественные водоемы. Но если этого не сделано, то эти воды надо иметь в виду при проектировании общесплавной канализации. Наибольшее количество поверхностных вод, подходящих к приемникам водостоков, бывает в ливни, и поэтому поперечное сечение каналов общесплавной канализации рассчитывается по количеству воды, стекающей в каналы во время ливней. Продолжительность больших ливней не бывает больше 1 часа; высота слоя выпавших осадков для разных местностей бывает различна: в Москве, например, считают, что наибольший ливень дает слой воды, высотой 25 мм. Однако, не всю эту воду приходится удалять каналами, так как часть ее всасывается незамощенной почвой, а часть испаряется. Соотношение этих частей неодинаково для различных городов, и даже в одном и том же городе одни участки, по преимуществу центральные, застроенные более густо и замощенные более интенсивно, большую часть дождевой воды отдают каналам, участки же, близкие к окраинам, застроены слабее и замощены в меньшей степени; поэтому поверхностные воды с этих участков в большей своей части испаряются и поглощаются почвой. Точного учета этих отдельных частей не имеется, но примерно считают, что в центральных участках больших городов до каналов доходит до  $\frac{2}{3}$  всего количества ливневых вод, а на окраинах, в особенности если местность не гористая и склоны на проездах отлогие, до каналов дойдет лишь  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$  всех ливневых вод. А после засушливого периода и того меньше.

При проектировании общесплавной канализации или дождевых стоков город делится на много участков, каждый из которых имеет свой коэффициент стока, зависящий от характера застройки и от уклона местности.

Этот коэффициент определяется по формуле Бюркли <sup>1)</sup>, имеющей такой вид:

$$S = \frac{1}{n \sqrt{F}}$$

где:  $F$  — площадь водосбора, с которой получается сток, а  $n$  — при ровной местности или таковой с небольшим уклоном равняется 4. При больших уклонах  $n$  принимают равным 5, а при еще более значительных — равным 6.

Хозяйственные и kloзетные воды определяются в зависимости от количества чистой воды, потребляемой населением. В большинстве западноевропейских городов расход водопроводной воды в канализированных городах не превышает 10—12 ведер (123—150 литров) на жителя в сутки, в городах СССР — 6—8 ведер (75—100 литров) в сутки. К этому количе-

<sup>1)</sup> Канализация городов и очистка сточных вод. Проф. А. К. Енш 1903 г.

ству надо прибавить сточные воды бань, прачечных и промышленных предприятий, имеющих свои источники водоснабжения; это число определяется предварительным специальным обследованием. Таких вод в некоторых английских городах спускается в городскую канализацию до 25 и более процентов всех городских сточных вод. Городская канализация никогда не принимает в себя все фабричные сточные воды, потому что в таком случае пришлось бы при раздельной системе сильно увеличить размеры каналов. В большинстве случаев крупные фабрики и заводы имеют свои собственные стоки. Так, например, в Москве городская канализационная сеть в довоенное время отводила с присоединением канализации II очереди около 8.000.000 ведер в сутки. В это же время различные промышленные предприятия добывали воду из буровых скважин от 10 до 14 миллионов ведер воды в сутки, которая в большей своей части отводилась в естественные водоемы по отдельным водостокам, не соединенным с городской канализационной сетью.

Прежде чем перейти к расчету канализационной сети, подсчитывают количество сточных вод, получаемых с каждого квартала, согласно вышеуказанным данным.

При общесплавной системе подсчитывают количество дождевой воды, которая дойдет к данному пункту с определенной площади города, принимая во внимание, как мы уже говорили выше, что большой ливень даст слой воды толщиной в 25 миллиметров (1 дюйм)<sup>1)</sup>, что составляет 25 литров на 1 кв. метр (9 ведер на 1 кв. саж.) в течение часа, а в секунду на 1 кв. метр выпадет 0,007 литра воды или 70 литров на 1 гектар.

Количество хозяйственных и домовых вод подсчитывается по площади заселенных кварталов.

Мы уже говорили, что для кварталов города, которые канализируются, подсчитывается плотность населения, выраженная в количестве жителей на 1.000 кв. саж. Напр., по проекту проф. Н. К. Чижова в г. Астрахани для кварталов I очереди принято на 1.000 кв. саж. 98 человек или на 1 гектар—214 человек; по этому проекту на каждого человека приходится кругло 10 ведер в сутки, иначе говоря, с 1 гектара кварталов на I очереди получится 2.140 ведер или 26.322 литра воды в сутки. Средний секундный расход хозяйственных вод с 1 гектара равен 7,31 литра. Зная площадь (в гектарах) всех заселенных кварталов, сточные воды которых подходят к этому пункту, и секундный расход хозяйственных вод с 1 гектара, можно определить количество хозяйственных вод, подходящих в секунду к данному пункту. Известно, что хозяйственные воды расходуются в течение суток неравномерно; так, например, утром, когда готовится пища, жители умываются и пр., воды употребляется больше, чем вечером, а ночью расход хозяйственных вод совсем ничтожен. Считают, что в течение 9 дневных часов расходуются  $\frac{1}{2}$  всех хозяйственных вод, а остальная половина всех сточных вод расходуются в 15 часов.

<sup>1)</sup> Для южных городов СССР эту величину берут в 1,5 раз больше, для Батума пришлось бы брать еще больше, потому что там ливни еще более интенсивны.

Размеры каналов подсчитываются, принимая во внимание наибольший секундный расход хозяйственных вод, а не средний. Остается еще указать на количество промышленных сточных вод, принимаемых канализационной сетью. Для этого получают точные сведения о суточном расходе сточной воды из бань, прачечных, бойни и др. промышленных предприятий, расположенных по пути следования канализационных труб, вычисляют секундный расход этих предприятий и прибавляют его к секундному расходу домовых канализационных вод, подходящих к данному пункту сети.

Таким образом, при общесплавной системе, если обозначить через  $Q_1$  секундный расход<sup>1)</sup> домовых хозяйственных вод, через  $Q_2$  фабрично-заводских, а через  $Q_3$  — атмосферных (ливневых) вод, подходящих к данному пункту канализации, то, обозначив через  $Q$  общее количество всех вод, получим равенство:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

При раздельной системе атмосферные воды не входят в канализационную сеть, и в таком случае вышеуказанное равенство примет такой вид:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Итак, поперечное сечение каналов рассчитывается по наибольшему секундному расходу как хозяйственных, так и промышленных, а при общесплавной системе и атмосферных вод.

## Глава 5. Канализационная сеть.

Канализационная сеть представляет из себя планомерную систему подземных каналов, отводящих загрязненные воды с места их образования к месту их удаления и обезвреживания. Если водопроводная сеть начинается с труб большого диаметра (до 1 м) и к местам потребления доходит уличными трубами до 100 мм, а в дворовых водопроводах до 75 или даже 50 мм, то канализационная сеть идет обратно и начинается малыми диаметрами, а к месту удаления и обезвреживания сточных вод подходит каналами больших сечений: в 1 метр высотой, 2 метра и больше в зависимости от того, несет ли канал только хозяйственные и промышленные воды или включает в себя и воды атмосферных осадков. Некоторые специалисты сравнивают систему водопроводных труб с системой кровеносных сосудов, распределяющих в живом организме артериальную кровь, которая несет питание к органам и тканям живого существа, а канализацию с системой вен, несущих отработанные вещества организма. Однако, это сравнение не надо понимать в буквальном смысле, потому что системы водопроводных и канализационных труб по схеме распределения каналов во многом отличны от системы кровеносных сосудов.

<sup>1)</sup> Секундный расход — количество жидкости, протекающей по данному каналу в течение одной секунды.

В одном они несомненно сходятся, а именно, чистая водопроводная вода, как артериальная кровь, питает жителей, а канализация, как система венозных сосудов, удаляет эту воду, получившую от жизненных процессов загрязнение.

При раздельной системе загрязненные воды идут из домов по дворовой сети к уличным коллекторам так же, как и при общесплавной, начинаясь во дворе диаметром в 100—150 и 200 мм. Уличная же сеть в начальных пунктах, по преимуществу более высоких, начинается диаметром 150 мм (6 дюймов), так построена Московская канализация, или 200 мм, что имеет место в Харьковской канализации.

При общесплавной системе эти диаметры возрастают тотчас же, как только к ним примыкают приемники уличных дождевых вод. В раз-

дельной же системе возрастание диаметров идет медленнее, потому что домовые воды прибавляются к сети несравненно медленнее, чем ливневые.

Существует несколько систем расположения городских канализационных труб. Самая старая система—**перпендикулярная** (рис. 2), при которой сточные воды из домов по уличным коллекторам направляются без всякой очистки прямо в реку, перпендикулярно ее течению. Так строились более старые канализации.

Естественно, что все нечистоты, выносимые каналами в реку, частью осаждались тут же на дно реки и своим гниением заражали воду и воздух. Известно, что более полвека тому назад вода реки Темзы была настолько загрязнена, что ею можно



Проф. Н. К. Чижов.

было писать как чернилами; зловоние, распространявшееся от реки, было настолько сильно, что однажды парламент должен был прекратить заседание. То же произошло с рекой Изар в Мюнхене, Сеной в Париже и пр.

Чтобы не загрязнять реки в пределах города, стали вдоль берегов реки прокладывать коллекторы и в них собирать нечистоты из уличных канализационных труб. При этой системе сточные воды спускались в реку уже за пределами города. Так построены более новые канализации Лондона, Цюриха, Парижа и др. Это будет **пересеченная** система (рис. 3). В Висбадене канализационные трубы идут веерообразно и сходятся за городом в общий коллектор—**веерная** система (рис. 4).

При расположении города на террасах, приходится спускать сточные воды независимыми коллекторами, расположенными на разных высотах—**поясная** система (рис. 5). Так устроена канализация Франкфурта на Майне, Тифлиса и отчасти Киева. Берлин канализован по **радиальной**

системе (рис. 6), при которой город разделен на несколько радиальных участков (секторов), каждый из которых канализован самостоятельно, и главный коллектор выводит жидкие нечистоты за город, не соединяясь с коллекторами других участков. Для удобства промывки сети и для из-



Рис. 2.

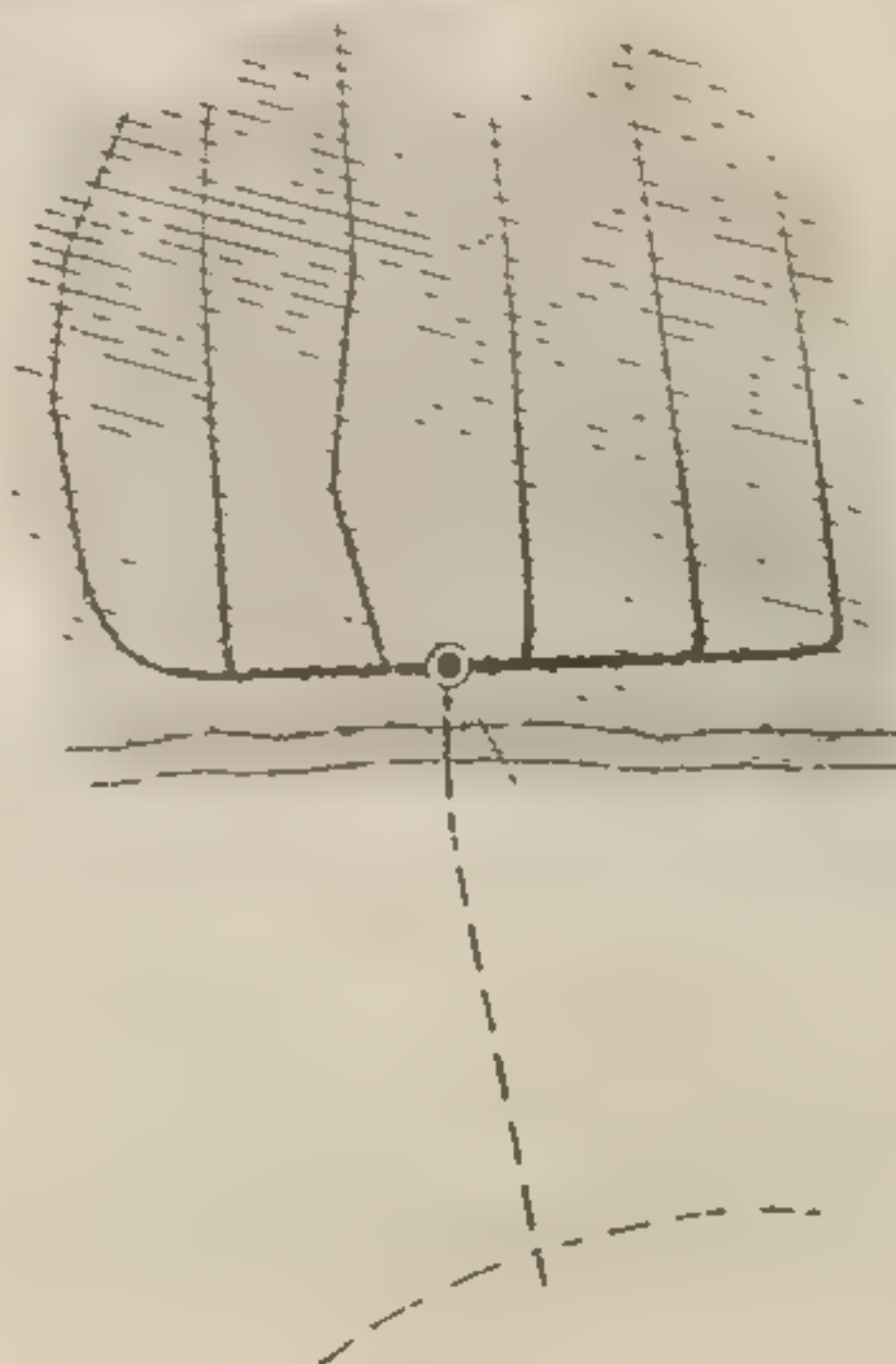


Рис. 3.

бежания в канализации тупых концов, все коллекторы и отдельные трубы, идущие по улицам и переулкам, соединяются между собою в одну общую связную систему, как видно на рис. 7.

Канализационные трубы и сборные коллекторы проводятся по улицам, где они прокладываются иногда по бокам близ дождевых лотков, а иногда по середине проезда в зависимости от ширины улицы, от расположения водопроводных труб и прочих условий.

Когда выяснено количество сточных вод, подходящих к различным пунктам городских



Рис. 4.

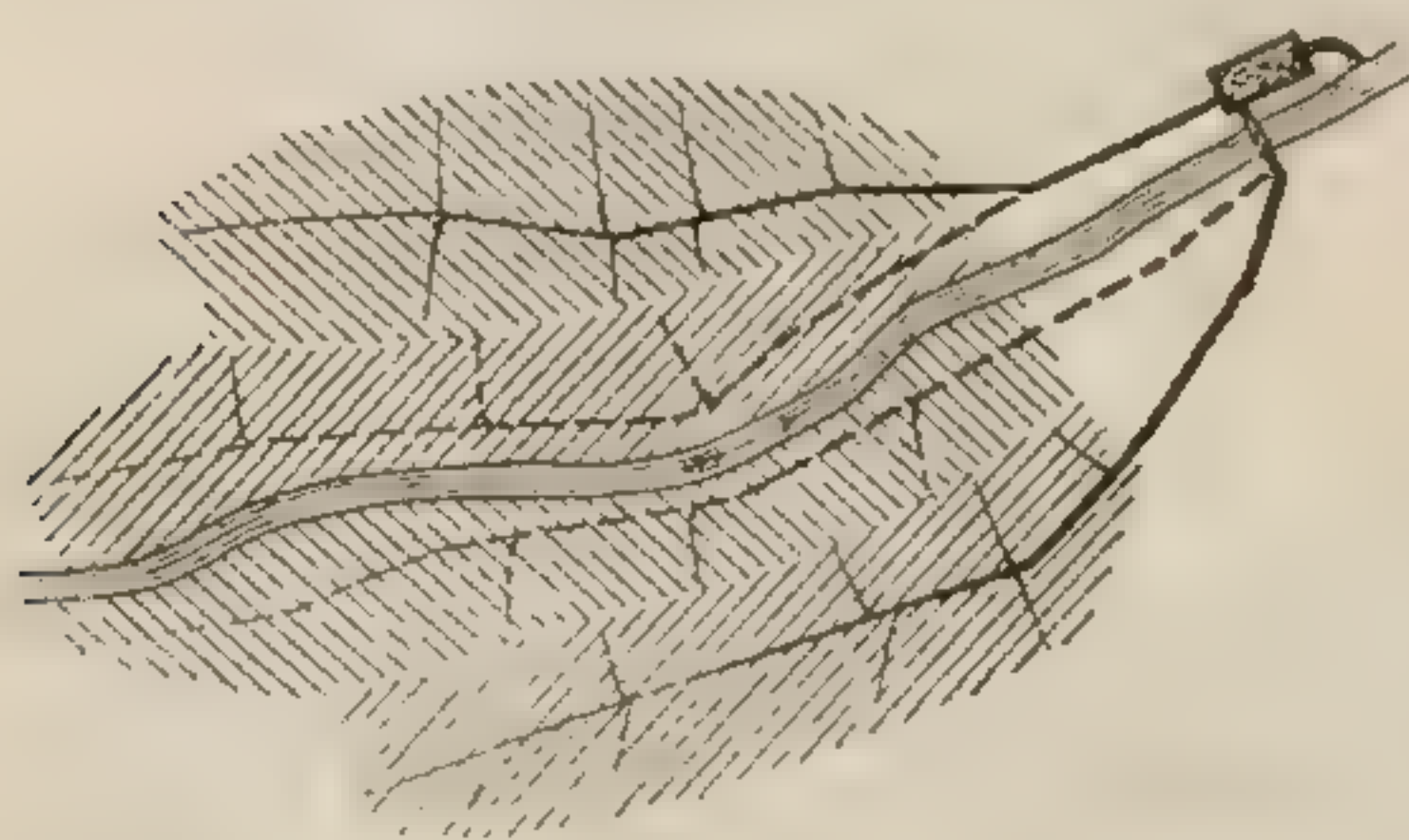


Рис. 5.

проездов, тогда наносят все эти количества секундного расхода на план города. План этот снабжен горизонталями, поэтому совершенно ясно можно судить по нем о рельефе всех проездов. Редко бывает так, что намечается какаянибудь одна система каналов, обычно приходится комбинировать несколько

систем при нанесении каналов на проезды. Сточная жидкость проходит по каналам самотоком и, смотря по рельефу местности, выводится к пониженным пунктам, которые редко сходятся также самотоком к одному главному коллектору, ведущему сточные воды к месту обезвреживания.

Всего чаще таких пониженных пунктов бывает в городе несколько, и в таком случае сточные воды из этих пониженных пунктов перекачиваются в вышележащие коллекторы, отводящие канализационную жидкость к месту обезвреживания. В Москве, например, существует две небольших подстанции, качающие сточные воды из пониженных районов в более высоко расположенные коллекторы, и одна главная насосная станция, качающая сточные воды почти со всей Москвы в более высокое место — главный коллектор, отводящий эти воды самотоком к месту их обезвреживания.

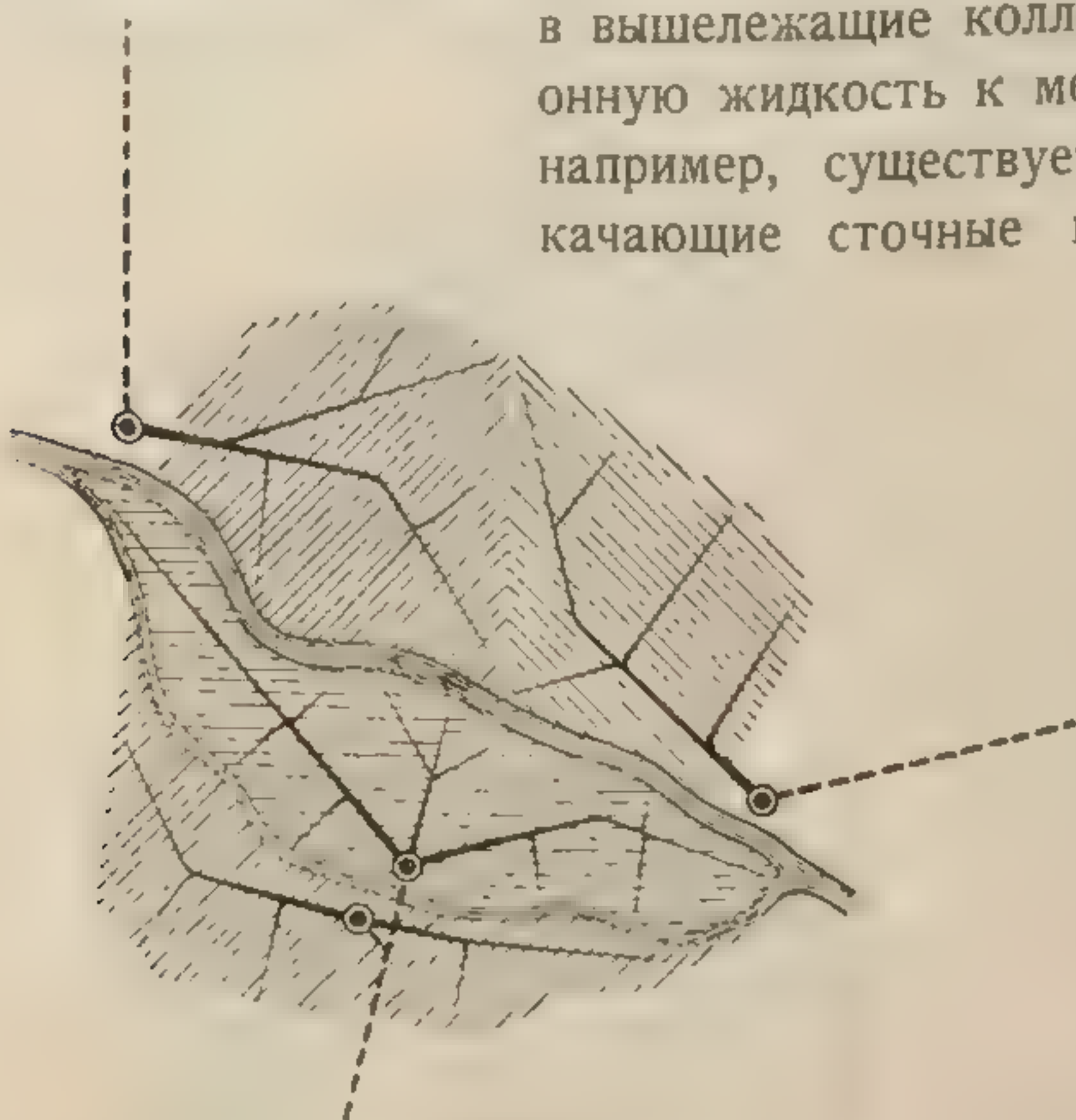


Рис. 6.

ниженных мест на более высокие.

Когда выяснено предполагаемое расположение коллекторов и окончательные сборные пункты, в которых сточная жидкость будет обезвреживаться, тогда уже переходят к выбору поперечных сечений каналов. При общесплавной системе неудобством является то обстоятельство, что в ливни по каналам проходит сразу в течение часа количество жидкости в 40—50 раз превосходящее обычный хозяйственный расход <sup>1)</sup>. Поэтому сечение каналов выбирают овоидальное (яйцевидное), т. к. при малом количестве жидкости в этом случае смачиваемая поверхность будет наименьшая, следовательно легче достигнуть незагрязнения каналов; на рис. 8 изображены типы подобных каналов, уложенных

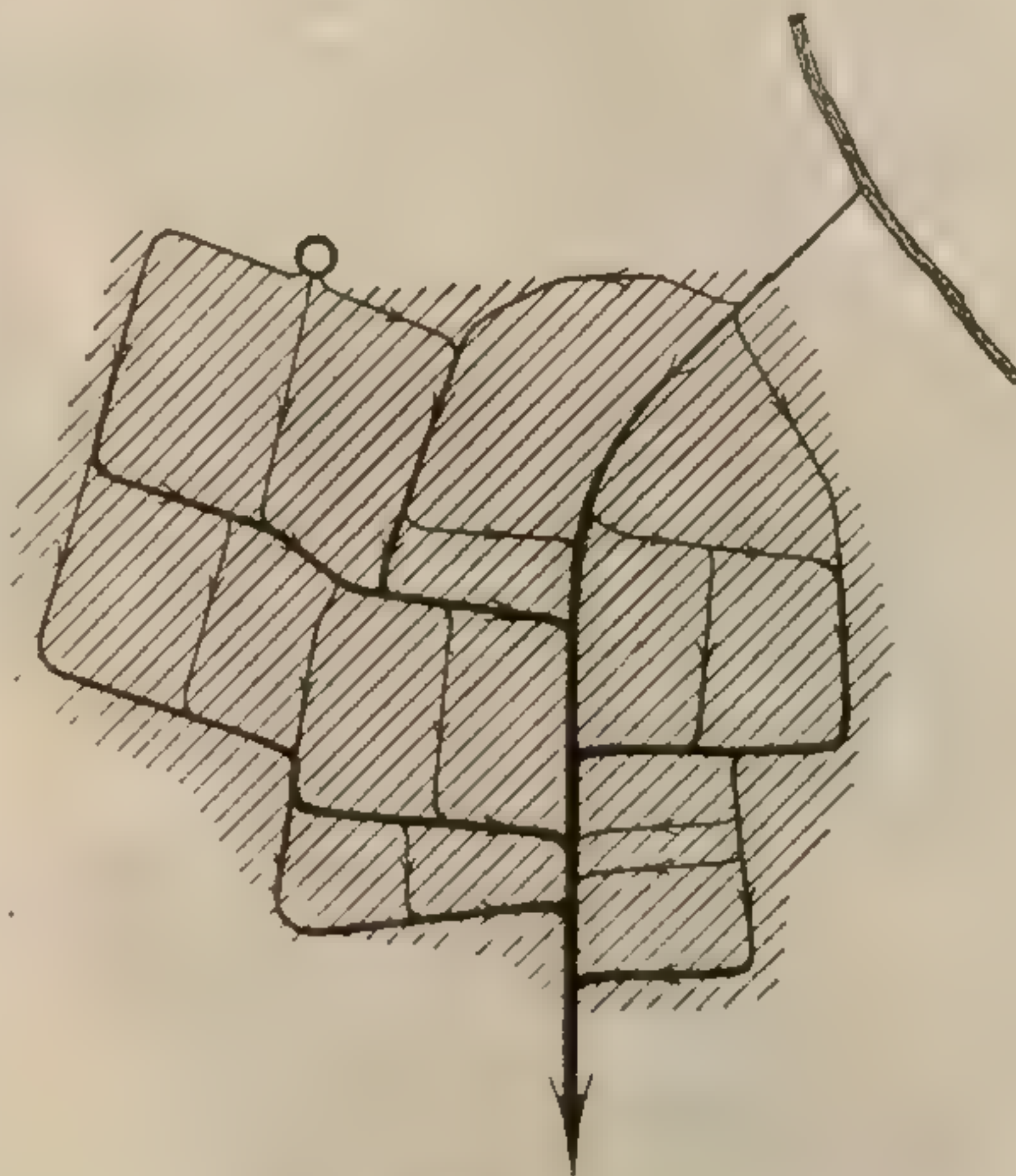


Рис. 7.

<sup>1)</sup> В настоящее время общесплавная канализация часто проектируется так, чтобы принять в сеть атмосферных осадков не более 10-кратного количества хозяйственных вод, остальную часть ливневых вод спускают через ливнеспуски прямо в естественные водоемы.

в Варшавской канализации. Иногда при общесплавной системе, когда расход воды сильно меняется и может быть очень мал, обыкновенные яйцевидные сечения заменяются комбинированной системой; такой канал в нижней своей части имеет небольшое сечение, а в верхней сильно расширен.

При раздельной системе большие каналы, чтобы не закладывать их глубоко, иногда выделяются снизу уширенными; такой формы коллекторы проектированы проф. А. К. Еншем для г. Казани. Для малых количеств сточной жидкости каналы берутся всегда круглого сечения. Такие каналы обычно бывают от 100 до 600 мм в диаметре.

Каналы укладываются по определенной системе и с определенными уклонами. Глубина заложения каналов не должна быть очень велика, потому что глубокая прокладка и затруднительна и стоит очень дорого. В Москве самые глубокие каналы получились на Красной площади и Калужской улице; здесь с одной стороны домовладения имеют очень большой по отношению к улице обратный уклон в направлении к реке Москве. Чтобы вывести сточную жидкость из зданий, расположенных ниже улицы, уличный коллектор пришлось углублять в некоторых местах на 7 метров.

Обычно же каналы закладываются не ниже глубины промерзания почвы (в средней полосе РСФСР—2—2,5 метра).

Скорость<sup>1)</sup> движения жидкости в каналах должна быть такова, чтобы все загрязнения, которые несет с собой движущаяся по каналу сточная вода, уносились вместе с ней к месту обезвреживания и ни в коем случае не осаждались на дне канала. Такая скорость зависит от уклона трубы, поэтому надо подбирать такие уклоны, при которых сточная жидкость не выделяла бы на дно взвешенных веществ и в то же время,

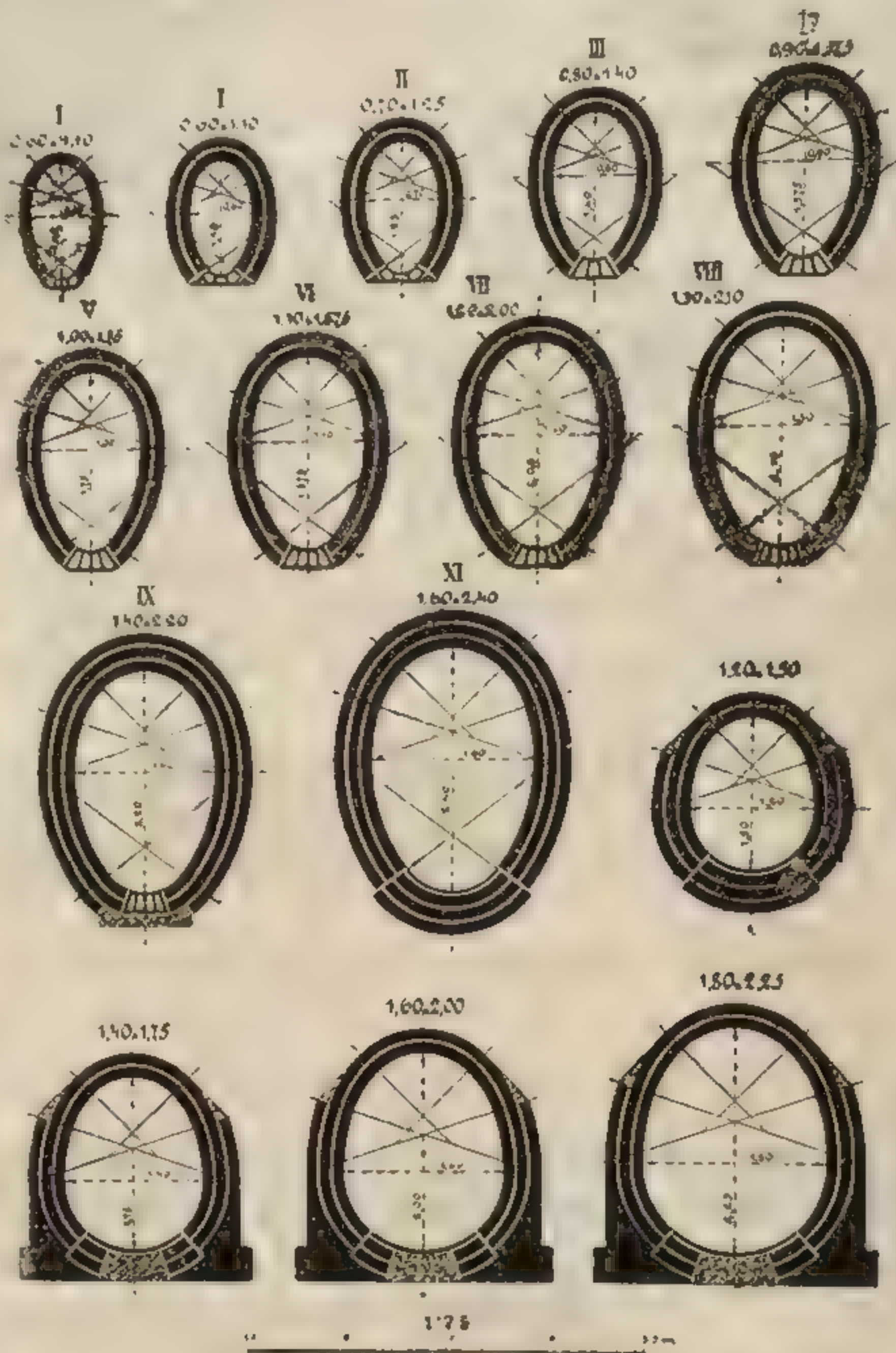


Рис. 8.

<sup>1)</sup> Скорость—длина пути протекающей в канале жидкости в течение 1 секунды.

чтобы сам канал не очень углублялся в землю. Опыт показал, что в каналах малого поперечного сечения такая скорость будет равна 0,75 метра, а в каналах большого сечения может спускаться до 0,65 метра. Однако в тупых концах канализационной сети, где сточная труба только начинается,<sup>3</sup> в часы наименьшего расхода (ночью) воды протекает так мало, что выпадение взвешенных веществ вполне возможно. В таких случаях в головных концах этих труб ставятся промывные колодцы с водопроводной водой, которая от времени до времени автоматически пускается в канал, сразу в количестве 1—3 куб. метров и, таким образом, промывает каналы.

При проектировании канализации вырабатывается таблица с минимальными уклонами<sup>1)</sup>, допустимыми для различных поперечных сечений каналов; предельно малые уклоны не желательны, к ним прибегают лишь в крайних случаях, когда никак нельзя придать каналу больший уклон.

При прокладке каналов стараются в уклоне их держать уклону местности, но если площадь города почти горизонтальна (Ленинград, Астрахань и др.), приходится прибегать к минимальным уклонам. В случае же очень крутых склонов проездов, иногда приходится для уменьшения уклона канала выводить его нижний конец в смотровой колодец с перепадом. При устройстве домовой канализации минимальные уклоны указаны в «Правилах»<sup>2)</sup>, изданных Постоянным Бюро Всер. Водопр. и Санитарно-Технич. Съездов:

§ 10. Трубы дворовой сети должны иметь уклоны не ниже следующих:

Диаметр 125 мм	. . . . .	0,015
» 150 »	. . . . .	0,012
» 200 »	. . . . .	0,010
» 250 »	. . . . .	0,008
» 350 »	. . . . .	0,006

Для уличных коллекторов, при соответствующих диаметрах, допускаются несколько меньшие уклоны; так, например, при постройке Московской канализации минимальными уклонами брались для труб диаметром 150 мм—0,007; при  $d=200$  мм— $J$  (уклон) равнялся 0,005; при  $d=250$  мм— $J=0,004$ ; при  $d=300$  мм— $J=0,003$ . Проф. А. К. Енш в своем курсе «Канализации»<sup>3)</sup> дает круглым каналам при диаметре от 300 мм до 600 мм (12—24 дм.) уклоны от 0,005 до 0,002 (1 : 200—1 : 500); круг-

<sup>1)</sup> Уклоном называется величина падения наклонной линии над горизонтальной линией на протяжении единицы длины, напр.: уклон, обозначаемый обыкновенно буквой  $J$ , данного канала равен 0,01—это значит, что на протяжении одного метра канал имеет падение на 1 сантиметр, или на протяжении 1 сажени—одна сотка сажени. Минимальным уклоном называется наименьший уклон, допустимый для данного канала.

<sup>2)</sup> «Правила устройства домовой канализации и правила устройства домового водопровода». Установлены XII Всер. Водопр. и Сан.-Технич. Съездом 26 ноября 1922 г. Москва. 1923 г. Цена 40 коп.

<sup>3)</sup> «Канализация городов и очистка сточных вод». Гражданский инженер А. К. Енш. 1903 г.

лым каналам, при диаметре большем 600 мм (24 дм.) и яйцевидным сечениям—от 0,001 до 0,0005 (1:1000—1:2000).

Переходя к расчету сети, т.-е. к определению размеров поперечных сечений каналов и уклону, который должен быть придан проектируемому каналу, мы исходим из тех данных, о которых мы уже говорили, а именно, мы уже имеем для каждого пункта канализационной сети секундный расход сточной жидкости, подходящей к этому пункту; далее, мы уже условились, какие скорости мы придаем текущей в каналах жидкости при различных размерах каналов. Нам остается только определить, какой уклон необходимо придать данному каналу, и какое поперечное сечение канала получится при всех вышеизложенных данных. Для решения этих вопросов существует ряд эмпирических (опытных) формул, которые дают для практических целей вполне надежные результаты; этих формул очень много, но наиболее употребительные из них Шези, Базена, Фламана, Дарси, Гангиле, Куттера и др.

Скорость движения жидкости (по Шези) выражается следующей формулой:

$$v = C \sqrt{RJ}.$$

Секундный же расход жидкости, протекающей в каналах, выражается формулой:

$$Q = F \cdot v.$$

В этих формулах  $v$  означает скорость течения жидкости в канале;  $C$  — особый коэффициент, который, как далее выяснится, определяется по преимуществу по сокращенной формуле Гангиле и Куттера или по так наз. «старой формуле» Куттера; его называют коэффициентом трения или коэффициентом скорости.

$F$  — площадь поперечного сечения канала, занятого жидкостью, называемая также живым сечением.

$R = \frac{F}{p}$ , где  $R$ , называемый гидравлическим радиусом сечения канала равен отношению живого сечения  $F$  к подводному (смачиваемому) периметру  $p$  канала;  $p$  — линия пересечения вертикальной плоскости с каналом в той его части, которая смочена водой.

$J$  — гидравлический уклон, т.-е. уклон не дна канала, а поверхности той жидкости, которая протекает по каналу; так как жидкость при движении в канале при больших расходах немного подпирает, то уклон поверхности жидкости всегда немного менее уклона дна канала. Однако, практически эта разница не слишком велика, поэтому при малых расходах воды в каналах этот уклон принимается равным уклону дна канала.

$Q$ , как мы говорили ранее, есть секундный расход жидкости, протекающей в канале.

По сокращенной формуле Гангиле и Куттера  $C$  равняется:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23}{\sqrt{R}}},$$

где  $n$  есть практический коэффициент, называемый коэффициентом шероховатости, и, по опытам, произведенным с каналами, стенки которых выделаны из различных материалов (кирпичные, бетонные, гончарные и пр.), величина  $n = 0,012 — 0,014$  или в среднем 0,013.

Подставляя среднюю цифровую величину и сделав соответствующие сокращения, мы получим:

$$C = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}.$$

Эта формула носит название «старой формулы» Куттера:

$$C = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}, \text{ где коэффициент } b \text{ равен } 0,3.$$

Подставляя эти значения  $C$  в вышеозначенную формулу скорости, получим:

$$v = C \sqrt{RJ} = \frac{100 R}{0,3 + \sqrt{R}} \sqrt{J}.$$

По этой формуле, а также по вышеприведенной формуле:

$$Q = F v = F C \sqrt{RJ}$$

может быть произведен расчет канализационной сети.

В канализационных трубах сточная жидкость не заполняет всего сечения, а именно, при малых диаметрах жидкость идет только половинной площадью канала, а в трубах большего диаметра и в каналах овоидального сечения высота наполнения больше половины, но, во всяком случае, для каждого канала эта высота вполне определенная; поэтому в вышеприведенных формулах  $R$  и  $F$ , раз мы приняли высоту наполнения, являются постоянными величинами.

При половинном наполнении круглых каналов  $F$  будет равно половине площади круга:

$$F = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 2} = \frac{\pi d^2}{8};$$

$p$ , смачиваемый периметр, также при половинном наполнении круглой трубы, равен половине окружности круга, составляющего поперечное сечение канала:

$$p = \frac{\pi d}{2};$$

$R$ , гидравлический радиус сечения канала, в этом случае будет равен

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\pi d^2 \cdot 2}{8 \pi d} = \frac{d}{4}.$$

Так как мы уже приняли скорости движения жидкости в каналах, не допускающие их загрязнения, то по этим скоростям определяют уклон, который надо придать данному каналу, принимая во внимание секундный расход протекающей в нем жидкости.

Возьмем примеры:

1) Предположим, что к данному пункту улицы подходит в 1 сек. 9,5 литров сточной жидкости; тогда  $Q = 9,5 \text{ л} = 0,0095 \text{ кв. м.}$  Скорость движения сточной жидкости возьмем равную 0,9 м в 1 сек.

Определим поперечное сечение трубы и уклон ее.

Как мы знаем:  $Q = Fv$ ; подставляя вместо  $Q$  и  $v$  их цифровые величины, получим:

$$0,0095 = 0,9 F; \text{ отсюда } F = \frac{0,0095}{0,9} = 0,0106 \text{ кв. м.}$$

При половинном наполнении круглой трубы  $F = \frac{\pi d^2}{8}$ ; подставив эту величину в формулу, получим:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0,0106 \text{ кв. м; отсюда}$$

$$d^2 = \frac{8 \cdot 0,0106}{3,14} = 0,027; \text{ а } d = \sqrt{0,027} = 0,164 \text{ м} = 164 \text{ мм.}$$

Так как дробных диаметров труб не бывает, то следует взять трубу диам. 175 мм; однако, на рынке такую трубу найти трудно, поэтому возьмем гончарную трубу, диаметром 200 мм (8").

Для определения уклона этого канала пользуются вышеприведенной формулой скорости:

$$v = C \sqrt{RJ}.$$

Подставляя вместо  $v$  числовую величину, получим:

$$0,9 = C \sqrt{RJ} = \frac{100 R}{0,3 + \sqrt{R}} \sqrt{J}.$$

Теперь определим  $R$  по вышеприведенной формуле  $R = \frac{F}{p}$ ,

где  $F = 0,0106 \text{ кв. м}$ ,  $p$  при половинном наполнении канала  $= \frac{\pi d}{2}$ ,  $d = 0,2 \text{ м}$ ; следовательно:

$$p = \frac{3,14 \cdot 0,2}{2} = 0,314 \text{ м; отсюда } R = \frac{0,0106}{0,314} = 0,0337 \text{ м.}$$

Подставляя цифровые величины, мы получим:

$$0,9 = \frac{100 \cdot 0,0337}{0,3 + 0,184} \sqrt{J} = 7,17 \sqrt{J}; \text{ откуда}$$

$$\sqrt{J} = \frac{0,9}{7,17} = 0,126, \text{ а } J = 0,126^2 = 0,0159.$$

2) Предположим, что к данному пункту улицы подходит в 1 сек. 32 литра сточной жидкости, т. е.  $Q = 32 \text{ л} = 0,032 \text{ кв. м.}$

Скорость движения сточной жидкости возьмем также 0,9 м в 1 секунду.

Определим поперечное сечение трубы и уклон ее.

$$Q = Fv; 0,032 = 0,9 F.$$

$$F = \frac{0,032}{0,9} = 0,036 \text{ кв. м; } 0,036 = \frac{\pi d^2}{8}; \text{ отсюда}$$

$$d^2 = \frac{0,036 \cdot 8}{3,14} = 0,0917, \text{ а } d = \sqrt{0,0917} = 0,303 \approx 0,300 \text{ м} = 300 \text{ мм.}$$

Теперь определим уклон:

$$v = C \sqrt{RJ} = \frac{100 R}{0,3 + \sqrt{R}} \sqrt{J}.$$

$$0,9 = \frac{100 \cdot 0,075}{0,3 + \sqrt{0,075}} \sqrt{J} = 13,07 \sqrt{J};$$

отсюда

$$\sqrt{J} = \frac{0,9}{13,07} = 0,0689, \text{ а } J = 0,0689^2 = 0,00475.$$

Иногда при расчете канализационных труб коэффициент  $b$  в старой формуле Куттера принимают равным не 0,30, а 0,35<sup>1)</sup>.

При проектировании канализации подсчитывается для каждого диаметра, при различных уклонах канала, какое количество сточной жидкости он может пропустить. По этим же подсчетам составляется таблица, в которой помещены диаметры труб, уклоны их, скорость течения жидкости и соответствующее количество сточной жидкости, протекающей в 1 сек. По этим таблицам, при данном секундном расходе, подбирают необходимый диаметр канала и соответствующий ему уклон.

Ниже приводится таблица значений расходов  $Q$  в метрах в секунду и скоростей  $v$  в метрах в секунду для круглых труб различного диаметра при половинном наполнении при коэффициенте  $C$  по Куттеру с коэффициентом шероховатости равном 0,3.

$$C = \frac{100}{0,3 + \sqrt{R}}; \quad v = C \sqrt{RJ}; \quad Q = FC \sqrt{RJ}.$$

Иногда кроме цифровых таблиц составляют также графические таблицы.

При каналах больших сечений форма их бывает кроме яйцевидных также обратнаяйцевидная и сложная комбинированная. В таких случаях наполнение каналов бывает больше половины; при этом, чем больше сечение канала, тем больше его наполнение.

Сеть каналов проектируется таким образом, чтобы канал большего поперечного сечения никогда не входил в канал меньшего поперечного сечения, хотя бы у этого последнего и был такой уклон, при котором количество сточной жидкости, протекающей по вышележащему каналу, и прошло бы через следующий меньшего диаметра. Это делается для того, чтобы твердые загрязнения, случайно прошедшие через канал меньшего диаметра, уже могли бы пройти беспрепятственно через канал большего диаметра.

Каналы для спуска сточных вод выделяются из очень хорошей гончарной глины, к которой прибавляется часть шамота (ранее обожженной и размолотой огнеупорной глины), формуются, прессуются, медленно подсушиваются, хорошо обжигаются и покрываются соляной глазурью. На русских заводах трубы выделяются не длиннее 71 см, а немецкие заводы делают трубы длиной в 1 метр.

Керамические трубы, иначе называемые штейнгутовыми, а по новой терминологии—каменно-керамическими, выделяются диаметром от 75 мм до 650 мм. На немецких заводах выделяются гончарные каналы овоидальной формы высотой в 710 мм, на наших заводах таких больших

<sup>1)</sup> Проф. Н. К. Чижев указывает, что если принять скорость течения жидкости воды в канале равной 0,70 метра, а  $b$ —равным 0,30, то уклоны трубы получатся совершенно тождественные со случаем, при котором  $v$  равняется 0,65 метра и  $b$  равняется 0,35.

$J$	$d = 150 \text{ мм}$ $C = 39,22$		$d = 200 \text{ мм}$ $C = 42,70$		$d = 250 \text{ мм}$ $C = 45,45$		$d = 300 \text{ мм}$ $C = 47,73$		$d = 350 \text{ мм}$ $C = 49,65$		$d = 400 \text{ мм}$ $C = 51,31$	
	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.	$v$ м/сек.	$Q$ л/сек.
0,001	0,24	2,1	0,30	4,7	0,36	8,8	0,41	14,6	0,46	22,3	0,51	32,2
0,0015	0,29	2,6	0,37	5,8	0,44	10,8	0,50	17,9	0,57	27,3	0,63	39,5
0,002	0,34	3,0	0,43	6,7	0,51	12,5	0,58	20,7	0,66	31,6	0,73	45,6
0,0025	0,38	3,4	0,48	7,5	0,57	14,0	0,65	23,1	0,73	35,2	0,81	51,0
0,003	0,42	3,7	0,52	8,2	0,62	15,3	0,72	25,3	0,80	38,7	0,89	55,9
0,0035	0,45	4,0	0,56	8,9	0,67	16,5	0,78	27,4	0,87	41,8	0,96	60,4
0,004	0,48	4,3	0,60	9,5	0,72	17,6	0,83	29,2	0,93	44,7	1,03	64,5
0,0045	0,51	4,5	0,64	10,1	0,76	18,7	0,88	31,0	0,99	47,4	1,09	68,4
0,005	0,54	4,8	0,68	10,6	0,80	19,7	0,92	32,7	1,04	50,0	1,15	72,1
0,0055	0,56	5,0	0,71	11,1	0,84	20,7	0,97	34,3	1,09	52,4	1,20	75,6
0,006	0,59	5,2	0,74	11,6	0,88	21,6	1,01	35,8	1,14	54,7	1,26	79,0
0,0065	0,61	5,4	0,77	12,1	0,92	22,5	1,05	37,3	1,18	56,9	1,31	82,2
0,007	0,64	5,6	0,80	12,6	0,95	23,3	1,09	38,7	1,23	59,1	1,36	85,3
0,0075	0,66	5,8	0,83	13,0	0,98	24,1	1,13	40,0	1,27	61,2	1,41	88,3
0,008	0,68	6,0	0,85	13,4	1,02	24,9	1,17	41,3	1,31	63,2	1,45	91,1
0,0085	0,70	6,2	0,88	13,8	1,05	25,7	1,21	42,6	1,35	65,1	1,50	94,0
0,009	0,72	6,4	0,91	14,2	1,08	26,5	1,24	43,9	1,39	67,0	1,54	96,7
0,0095	0,74	6,5	0,93	14,6	1,11	27,2	1,27	45,1	1,43	68,9	1,58	99,4
0,01	0,76	6,7	0,95	15,0	1,14	27,9	1,31	46,1	1,47	70,7	1,62	101,9
0,011	0,80	7,0	1,00	15,7	1,19	29,2	1,37	48,5	1,54	74,1	1,70	106,9
0,012	0,83	7,4	1,05	16,4	1,24	30,5	1,43	50,6	1,61	77,4	1,78	111,6
0,013	0,87	7,7	1,09	17,1	1,29	31,8	1,49	52,7	1,67	80,5	1,85	116,2
0,014	0,90	7,9	1,13	17,8	1,34	33,0	1,55	54,7	1,74	83,6	1,92	120,6
0,015	0,93	8,2	1,17	18,4	1,39	34,2	1,60	56,6	1,80	86,5	1,99	124,9
0,016	0,96	8,5	1,21	19,0	1,44	35,3	1,65	58,5	1,86	89,4	2,05	129,0
0,017	0,99	8,8	1,25	19,6	1,48	36,4	1,70	60,3	1,92	92,1	2,12	132,9
0,018	1,02	9,0	1,28	20,1	1,52	37,4	1,75	62,0	1,97	94,8	2,18	136,8
0,019	1,05	9,3	1,32	20,7	1,57	38,4	1,80	63,7	2,02	97,4	2,24	140,5
0,02	1,07	9,5	1,35	21,2	1,61	39,4	1,85	65,3	2,08	99,9	2,29	144,1
0,025	1,20	10,6	1,51	23,7	1,80	44,1	2,07	73,1	2,32	111,7	2,57	161,2
0,03	1,32	11,6	1,65	26,0	1,97	48,3	2,26	80,0	2,54	122,4	2,81	176,6
0,035	1,42	12,6	1,79	28,1	2,13	52,2	2,45	86,5	2,75	132,2	3,04	190,7
0,04	1,52	13,4	1,91	30,0	2,27	55,8	2,61	92,4	2,94	141,3	3,24	203,9
0,045	1,61	14,2	2,03	31,8	2,41	59,2	2,77	98,0	3,11	149,9	3,44	216,2
0,05	1,70	15,0	2,14	33,5	2,54	62,4	2,92	103,3	3,28	158,0	3,63	227,9
0,06	1,86	16,4	2,34	36,7	2,78	68,3	3,20	113,2	3,60	173,0	3,97	249,7
0,07	2,01	17,8	2,53	39,7	3,01	73,8	3,46	122,3	3,89	186,9	4,29	269,7
0,08	2,15	19,0	2,70	42,4	3,21	78,9	3,70	130,7	4,15	199,8	4,59	288,3
0,09	2,28	20,1	2,89	45,0	3,41	83,7	3,92	138,6	4,41	212,0	4,87	305,8
0,1	2,40	21,2	3,02	47,4	3,59	88,2	4,13	146,1	4,64	223,4	5,13	322,3

труб не выделяют. Все эти трубы имеют с одного конца раструб, т.-е. расширенную часть, в который при прокладке труб вставляется конец другой трубы. Соединение концов труб производится с помощью просмоленной пеньковой пряди, которою конец трубы обматывается; после этого обмотанный конец вставляется в раструб. Просмоленная прядь приконопачивается в раструбе, и затем раструб заливается горячей смесью, состоящей из 2 частей асфальта и 1 части каменноугольной смолы.

.. Кроме асфальтовой заливки существует также заделка стыка пластической глиной.

При этом способе, когда один конец трубы обмотан смоляной прядью и вставлен в раструб другой трубы, проконопаченную прядь заделывают глиной. Кроме того под раструб кладется слой пластической глины в виде колбасы. Этим слоем глины обматывают раструб и плотно заделывают им стык. Затем весь этот слой глины хорошо выглаживается и зашвабривается.

Глиняный стык при хорошем выполнении дает вполне надежное плотное соединение; неудобство его заключается в том, что при прохождении трубы бульваром, парком или садом корни растений иногда пронизывают глину и открывают таким образом ход почвенной воде внутрь канализационной трубы.

Каналы высотой больше 71 см выделяются из кирпича на портландском цементе. Кирпич для этой цели изготавливается специальный фасонный (лекальный), соответствующий форме поперечного сечения канала. При выделке этих каналов с внутренней их стороны цементный шов делается возможно тоньше, а затем очень аккуратно расшивается особым специальным инструментом (гладилкой).

Чем чище и аккуратней выделка каналов, чем лучше материал идущий на них, тем меньше каналы загрязняются, и тем меньше задерживается на них осадков.

Для прокладки уличных каналов употребляются также бетонные трубы, которые считаются, однако, менее доброкачественными, чем штейнгутовые, потому что на бетон слегка действует разъедающе сточная жидкость, в особенности содержащая большое количество кислот или щелочей. Каналы же больших поперечных сечений (яйцевидные, обратояйцевидные и пр.) выделяются как на заводах, так и на месте прямо в канаве по особым формам, которые по выделке и затвердении канала разбираются. Бетон, из которого выделяются каналы, составляется из тесной смеси: 1 часть портландского цемента, 3 части чистого речного песка и 4 части (все по объему) промытого гравия или крепкого кирпичного щебня, крупностью от 6 до 30 мм; гравий хорошо отгрохочивается от мелочи и пыли; употребляется гравий или щебень в мокром виде<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Обычно канализационные трубы малых диаметров употребляются каменно-керамические; бетонные же круглые трубы выделяются диаметром от 200 до 650 мм. Трубы большего поперечного сечения уже делаются не круглые, а эллиптические, овоидальные и проч.

Чтобы бетон не разрушался от грунтовых вод, содержащих серно-кислые соли, а также от сточных вод, обладающих излишнею щелочностью или кислотностью, их

Круглые бетонные трубы выделяются также не длиннее 1 метра с раструбами и соединяются подобно гончарным.

Однако в стыке трубы большею частью не заливаются цементом, а также, как и гончарные, заливаются смесью асфальта со смолой или заделываются глиной, потому что асфальтовый и глиняный стыки обладают гибкостью и с течением времени не разрушаются, цементная же заливка от неравномерной осадки труб иногда лопается и разрушается. При цементном стыке перед конопаткой рекомендуется прядь смачивать цементным раствором.

При прохождении канала по дну реки или по мосту употребляются чугунные, железные или стальные трубы, которые иногда прокладываются и по улицам, если приходится прибегать к очень большим уклонам. В таких случаях чугунные трубы берутся обычного типа по канализационному метрическому сортаменту; в стыках они соединяются, как и водопроводные, законопачиваются пеньковой прядью, заливаются расплавленным свинцом и зачеканиваются.

Для прочистки могущих быть засорений, а также для осмотра сети во время ее эксплуатации, по пути канализационной сети ставятся смотровые колодцы, один от другого на расстоянии в среднем 40—50 метров. Смотровые колодцы устраиваются таким образом, чтобы по снятии с них крышки в них можно было влезть и свободно повернуться. Они выделяются цилиндрической формы, диаметром внизу 0,85 метра, из кирпича или из бетона; в последнем случае заранее выделяются бетонные кольца, которые и устанавливаются в соответствующем порядке на место. Так как нижние кольца имеют больший диаметр чем верхнее кольцо, то нижние кольца, цилиндрические, соединяются с верхним посредством усеченного конусного кольца. На рис. 9 изображен один из таких колодцев. В стенки колодца закладываются железные или чугунные скобы для лазанья вниз. Дно смотрового колодца выделяется по направлению канализационной трубы в виде лотка, размером в половину трубы, при том же диаметре. Если смотровой колодец стоит на перекрестке двух улиц, и в него входят другие трубы, то на дне этого колодца, от места входа боковых труб, выделяются лотки, скошенные по направлению течения. Крышки смотровых колодцев отливаются чугунные со вставками дубовых просмоленных шашек и укладываются в уровень с мостовой.

выделяют на портландском цементе, содержащем трассы; для этой цели вполне пригоден портландский цемент новороссийского завода.

Трубы, если они делаются из отдельных звеньев с раструбами, лучше всего выделять во влажном и прохладном месте, напр., в подвале, в котором не должно быть прямых солнечных лучей и сквозняка.

Трубу, освобожденную от формы, следует покрывать рогожей и в течение не менее 4 недель слегка поливать из садовой лейки с сеткой.

Наружную и внутреннюю поверхность трубы следует за железнить чистым цементом.

Если труба будет лежать ниже уровня грунтовых вод, то лучше покрывать ее наружную поверхность (после того как она будет совершенно сухая) слоем горячего асфальта, смешанного с гудроном.

Стыки труб в подобных условиях лучше также заделывать асфальтом.

Если бетонные трубы сделаны из хороших материалов и со всеми вышеуказанными предосторожностями, то они совершенно не разрушаются ни сточными водами внутренней поверхности, ни грунтовыми водами с наружной поверхности.

Прокладка канализационных труб производится по подробным проектным рабочим чертежам. Вся канализационная сеть увязана; для каждого пролета между смотровыми колодцами имеются план канала и его поперечный разрез, вместе с разрезами почвы. На плане должны быть нанесены, кроме проектируемого канала, также и ранее уложенные трубопроводы, телеграфные и телефонные кабели, если таковые проложены в почве, и проч. На поперечных разрезах или профилях также должны быть указаны все перечисленные выше сооружения, если они попадают в канаву.

Прокладка канализационных труб может производиться сразу в нескольких участках города; первоначально на улице делают разбивку оси канализационной линии, нанося точки центра смотровых колодцев; затем в этих точках вбиваются колья и натягивается по оси канала английский плотный пеньковый шнур, а в центре колодца перпендикулярно к шнуру

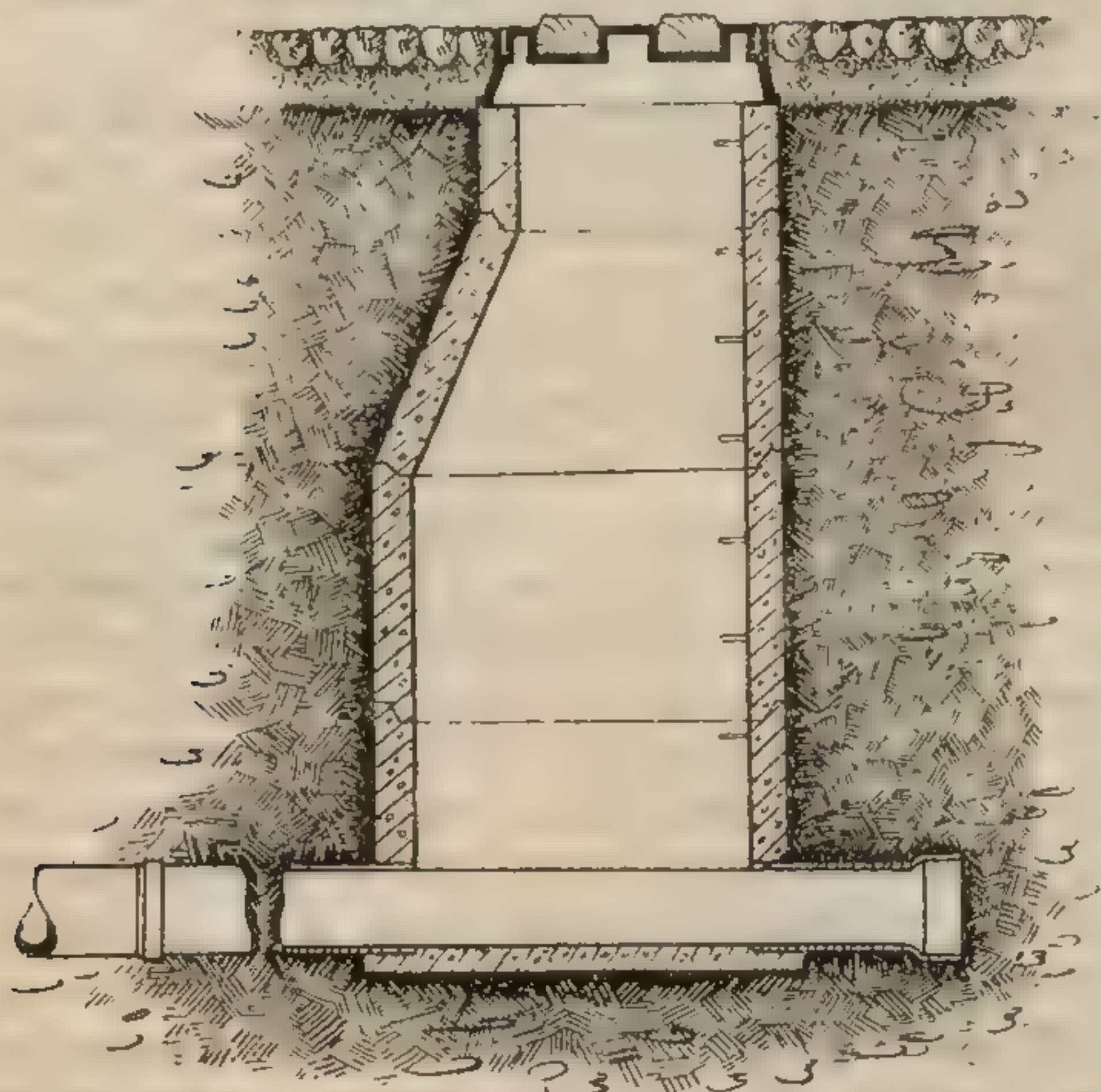


Рис. 9.

ставят на ребро доску длиной 4 метра, шириной 20 см и толщиной 6 см. Доска эта прочно укрепляется и прибивается к двум кольям, врытым в землю у ее концов. Против центра колодца в доску вбивается гвоздь; то же проделывается сразу над тремя или четырьмя колодцами. К центральным гвоздям привязывается шнур, по бокам которого откладывается по 75 см, и по этой полосе, шириной в 1,5 метра, разламывается мостовая,

а камень относится к тротуару. Там, где должен быть колодец, расчерчивается квадрат по 2 метра в стороне, на месте которого также разбирается мостовая.

Далее отбивают шнуром ширину канавы, равной 90 см. Котлованы под смотровые колодцы копаются ранее, чем канавы для труб. Глубину колодца от поверхности земли до дна лотка отмеряют по ходу земляных работ и, когда дойдут до нивеллирной отметки дна, то забивают в грунт небольшой кол. В соседнем колодце проделывают так же, и затем по этим вехам уже прокапывают ров для прокладки канала. Сначала набивают бетонное дно колодца и закладывают его основание; затем укладывают трубы канала, начиная снизу, и идут кверху против течения жидкости, заделав конец трубы в смотровой колодец раструбом вперед. Стенки рва

обделываются досками толщиной 6 см с целью охраны рабочих от несчастных случаев и дабы не осыпался в канаву грунт; такими же досками ограждаются и стенки котлована смотрового колодца. Дно рва планируется точно, согласно глубины заложения трубы по чертежу. В раструб трубы, заделанной в стенку смотрового колодца, вставляется конец другой трубы, обвернутый смоляной прядью; прядь законопачивается, и стык заливается смесью асфальта со смолой, как было указано раньше; так идут дальше до ближайшего смотрового колодца, в который конец трубы и заделывается.

При прокладке труб строго следят за тем, чтобы геометрическая ось трубы совпадала с осью трубы, как она проектирована; таким образом, труба не должна ни в одном из пунктов опускаться ниже ее проектного положения, потому что в этом месте впоследствии будут отлагаться осадки, ни подниматься кверху, потому что этот бугор будет служить плотиной для сточной жидкости, и перед ним будут задерживаться осадки. Также недопустимо отклонение трубы вправо или влево, потому что эти отклонения нарушат правильное движение сточной жидкости. Все эти правила одинаково необходимо соблюдать и при выделке каналов больших сечений, которые иногда по особым лекалам и формам выделяются прямо на месте или также составляются из отдельных труб.

Когда канал совершенно выделан, его постепенно засыпают землей, сначала тихо, чтобы случайно попавшим кирпичем или камнем не разбить трубу, а затем уже без этих предосторожностей, постепенно вынимая доски<sup>1)</sup>, ограждающие стены канавы, и притрамбовывая слоями грунт, иногда для большей плотности засыпки заливаемый водой.

Одновременно с прокладкой канала выделяются и смотровые колодцы, котлованы которых засыпаются вместе с засыпкой канавы и таким же способом.

По засыпке канавы последняя замативается, сначала временно, а после достаточной осадки грунта—окончательно.

Иногда случается, что по пути канализационной трубы проходит в поперечном направлении или наискось дождевой водосток, водопроводная труба, газовый или какой-либо другой трубопровод<sup>2)</sup>. Если подобный трубопровод неизбежно попадает на то место, где должен стоять смотровой колодец, то последнему приходится давать и большие размеры и иную форму, с таким расчетом, чтобы эти посторонние трубопроводы не мешали рабочему пробраться на дно колодца при прочистке канализационной трубы.

При общесплавной системе, если из смотрового колодца идет спускная труба (ливнеотвод) в ближайшую реку или другой естественный водоем, то смотровой колодец также получает особую форму, а отводящая

<sup>1)</sup> В некоторых случаях, напр., при сыпучем песке или при подвижном мокром грунте, иногда, для безопасности, приходится засыпать канаву, совершенно не вынимая распор.

<sup>2)</sup> Параллельно эти трубы при прокладке канализации попадают редко, потому что при проектировании каналов выбрают для их прокладки такое направление, в котором не лежит ни газовых, ни водопроводных, ни каких-либо других труб.

труба служит для отвода из каналов излишнего количества воды, которое бывает во время ливней; такая труба называется ливнеспуском. На рис. 10 изображен такой ливнеспуск, или ливнеотвод.

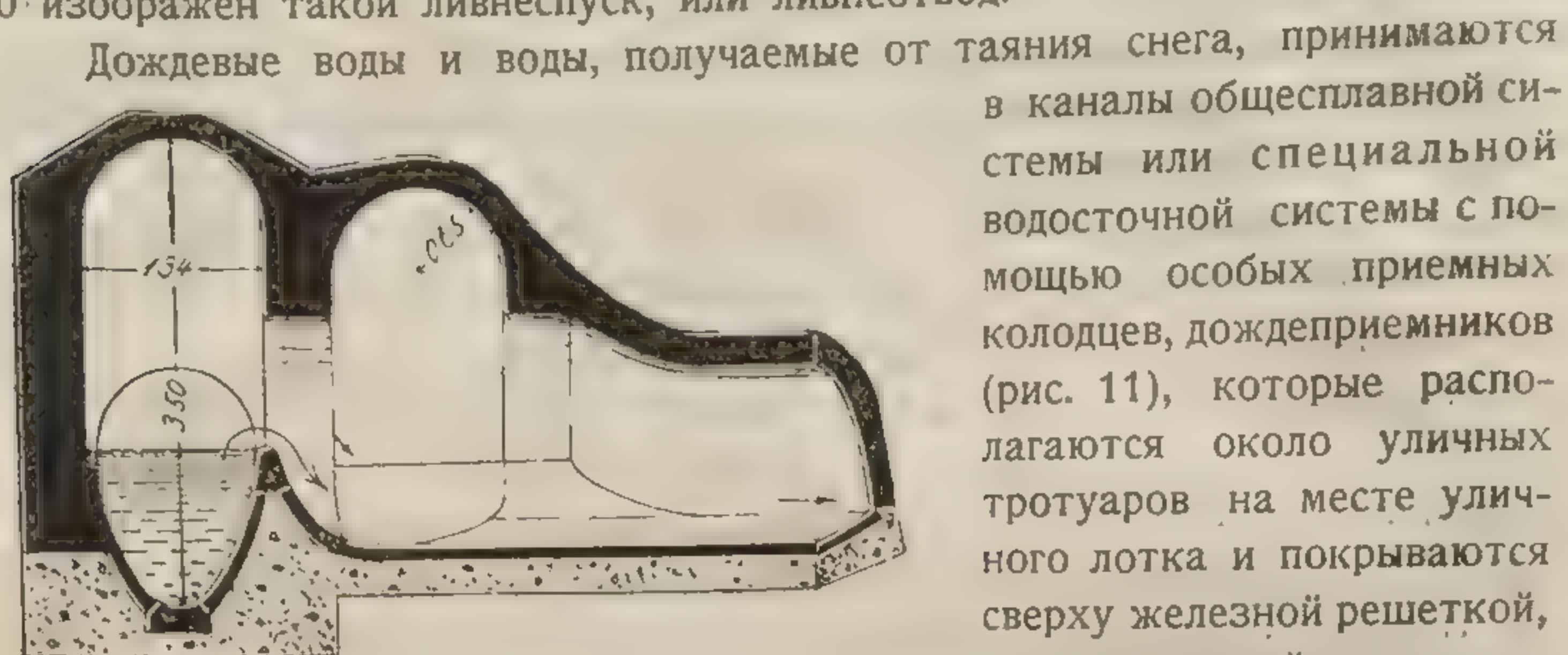
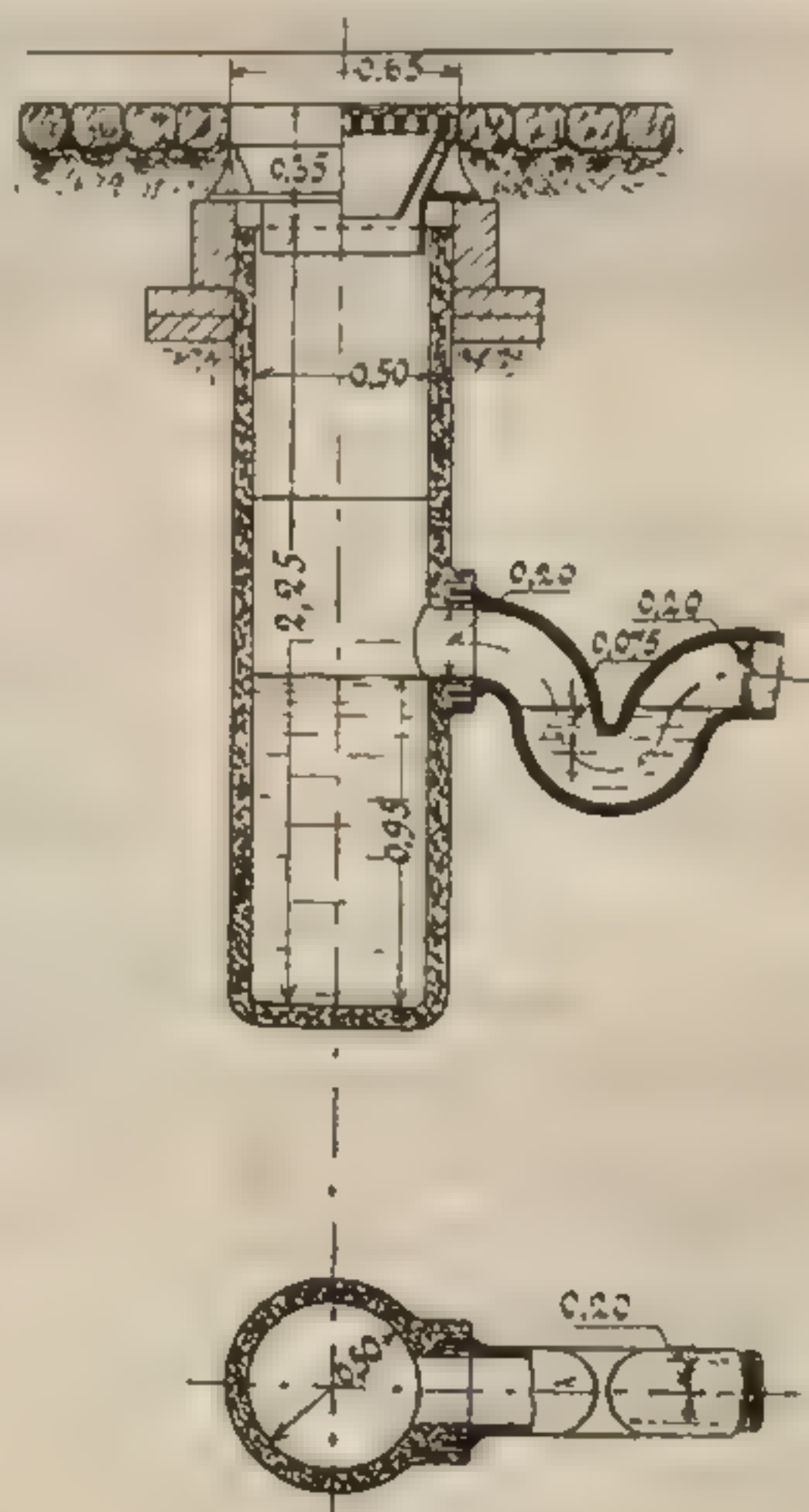


Рис. 10.

и пр.), а уличные сметки, если они плохо удаляются в сухом виде, вместе с дождевой водой попадают в приемные колодцы; чтобы не пускать их в канал, в дождевом приемнике выделяется от'ямок, глубиной от 0,5 до 1 метра, в котором часть этих веществ с песком и землей и улавливаются <sup>1)</sup>.

Колодцы эти, также как и смотровые, выделяются из кирпича или бетона. В северной и средней полосе РСФСР они, для избежания промерзания, на зиму покрываются навозом, который ранней весной удаляется.

Почти в каждом городе при проектировании канализации приходится переводить часть сточной жидкости, или всю ее, с одного берега реки на другой. В таком случае сточная жидкость спускается по чугунным или железным трубам, уложенным по дну реки, и заполняет эту трубу полным сечением. Обычно укладываются две трубы сразу, из которых одна находится в работе, а другая в запасе на случай засорения первой. При общесплавной канализации пускают в работу обе трубы вместе. Входящие и выходящие концы труб заделываются в стенки особых приемных камер, в которые сточная жидкость входит из берегового коллектора и выходит на другой берег протока благодаря некоторому падению, которое имеется



1:50

Рис. 11.

<sup>1)</sup> Дабы предупредить загнивание органических отходов, задержанных в от'ямке, необходимо эти последние чистить после каждого ливня и большого дождя.

между этими двумя камерами. Камеры эти делаются доступными для осмотра, и на дне их выделаны лотки по направлению течения жидкости. Такие сооружения называются переводами, сифонами или дукерами (рис. 12).

Если дукер надо проложить по дну реки, то он выделяется на берегу весь сразу. В реке, по тому направлению, по которому должны быть уложены трубы дукера, вынимается неглубокое ложе, которое лучше обделать бетоном.

Укладку дукера производят с плотов<sup>1)</sup>, при этом трубы дукера заливают водой и спускают в приготовленное ложе.

Концы дукера заделываются в приемную и выходную камеру, после того как они будут засыпаны грунтом и укреплены в ложе неподвижно. Для того, чтобы произвести заделку концов труб в стенки камер, около них забивают шпунт, и из образовавшегося таким образом ящика выкачивают воду.

Внутри входной и выходной камер устраиваются задвижки, дабы можно было выключить трубу дукера из работы.

На рис. 13 изображено опускание перевода, подвешенного на козлах.

При прокладке дукера по дну реки в нем делается приспособление для соединения дукера с водой реки. Это делается на случай промывки дукера. Немцы в настоящее время делают спуск из дукера в реку, чтобы в период весеннего половодья можно было бы спускать сточную воду прямо в реку.

1) Зимой дукер можно спускать со льда.

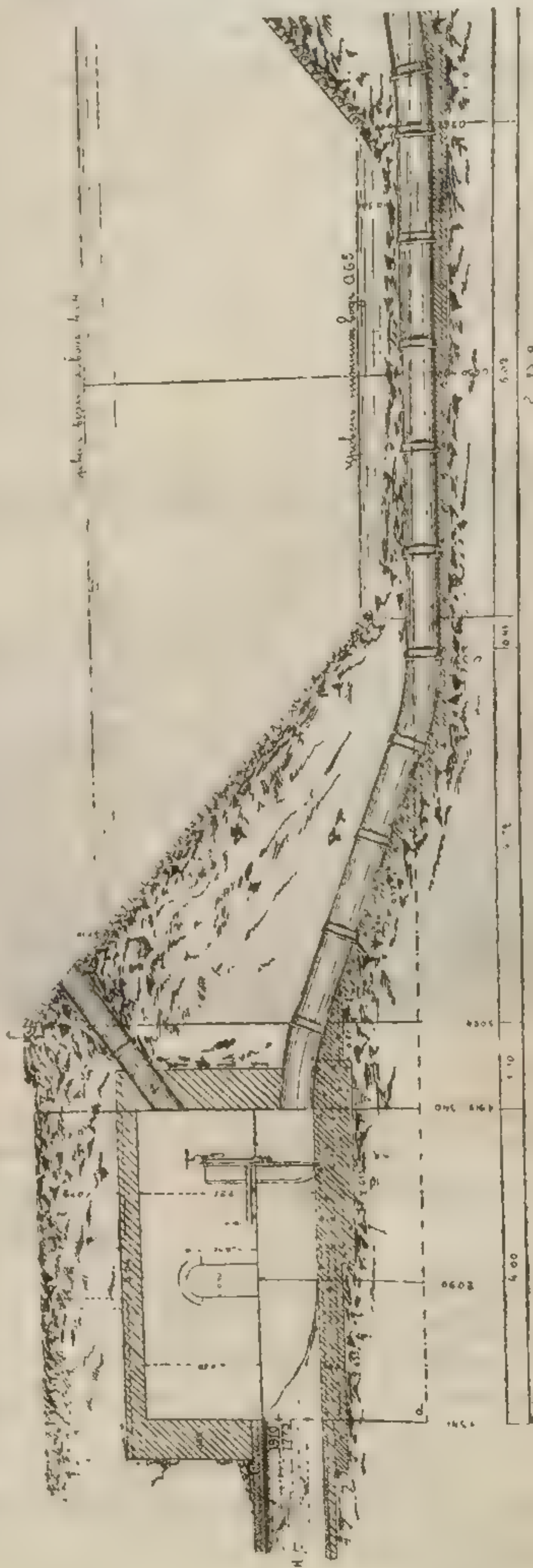


Рис. 12.

между этими двумя камерами. Камеры эти делаются доступными для осмотра, и на дне их выделаны лотки по направлению течения жидкости. Такие сооружения называются переводами, сифонами или дукерами (рис. 12).

Если дукер надо проложить по дну реки, то он выливается на берегу весь сразу. В реке, по тому направлению, по которому должны быть уложены трубы дукера, вынимается неглубокое ложе, которое лучше обделать бетоном.

Укладку дукера производят с плотов<sup>1)</sup>, при этом трубы дукера заливают водой и спускают в приготовленное ложе.

Концы дукера заделываются в приемную и выходную камеру, после того как они будут засыпаны грунтом и укреплены в ложе неподвижно. Для того, чтобы произвести заделку концов труб в стенки камер, около них забивают шпунт, и из образовавшегося таким образом ящика выкачивают воду.

Внутри входной и выходной камер устраиваются задвижки, дабы можно было выключить трубу дукера из работы.

На рис. 13 изображено опускание перевода, подвешенного на козлах.

При прокладке дукера по дну реки в нем делается приспособление для соединения дукера с водой реки. Это делается на случай промывки дукера. Немцы в настоящее время делают спуск из дукера в реку, чтобы в период весеннего половодья можно было бы спускать сточную воду прямо в реку.

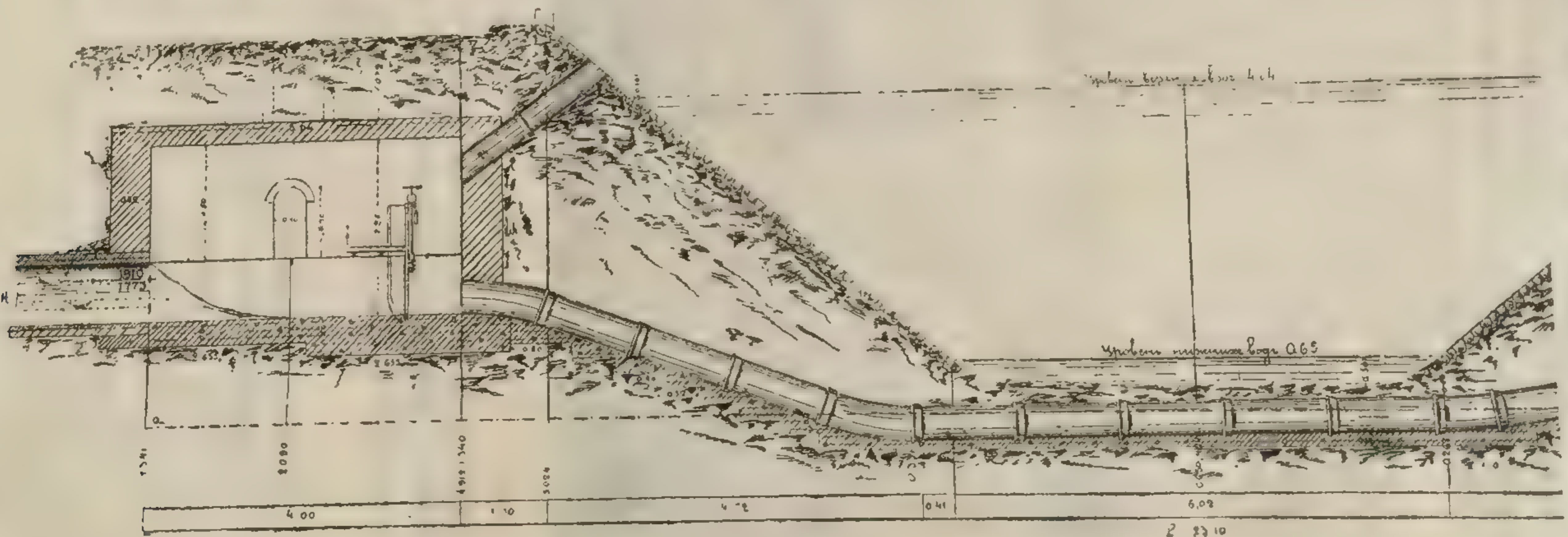


Рис. 12.

<sup>1)</sup> Зимой дукер можно спускать со льда.

Расчет трубы дукера производится по формуле:

$$Q = Fv,$$

где  $Q$ —есть секундный расход сточной жидкости,  $F$ —поперечное сечение трубы и  $v$ —скорость течения воды в трубе, которая в переводах принимается не менее 1,2 метра, дабы не образовалось осадков на дне трубы.

Потеря напора в дукере определяется по формуле Шези:  $v = C\sqrt{RJ}$ , вставив в нее вместо  $J = \frac{H}{L}$ , где, при  $L = 1$ ,  $H$  будет потеря напора на едини-



Рис. 13.

цу длины дукера. Это—потеря напора от прохождения жидкости в трубе. Потеря же напора, происходящая от сужения трубы, определяется по формуле Вейсбаха:

$$h = \frac{1,5v^2}{2g},$$

где:  $v$ —скорость течения сточной воды в дукере,

$g$ —ускорение силы тяжести, равное в метрических мерах—9,8 метра,

$h$ —потеря от сужения. Потери от поворотов не вычисляются самостоятельно, а обычно на них прибавляют 10% от потерь от течения и сужения<sup>1)</sup>.

В московской канализации очень большой перевод имеется у Новоспасского моста, переводящий сточные воды г. Москвы под рекой Москвой к главной насосной станции.

<sup>1)</sup> Сужение происходит потому, что в канализационной трубе сточная жидкость идет в половину и в  $\frac{2}{3}$  сечения, а в переводе она заполняет все сечение.

При спуске всех сточных вод в естественный водоем, после той или иной их обработки, устраивается особое устье, которое иногда идет под водой естественного водоема на большое расстояние, дабы выносимые им сточные воды попадали в струю естественного потока с большой скоростью течения. Это делается для того, чтобы не засорять берега реки или озера иловыми отложениями, способными к гниению и выделению зловония.

Чтобы улучшить процесс смешения выпускаемых в естественный водоем сточных вод с чистой водой, американцы делают выпуск сточных вод несколькими трубами. В этих трубах на верхней поверхности просверливаются отверстия и в них ввинчиваются стояки. Так, сточные воды г. Мильвоки спускаются в озеро Мичиган по двум трубам большого диаметра, длиной более километра каждая; трубы лежат на сваях метра на два выше дна. Вертикальные стояки на несколько метров не доходят до поверхности воды в озере.

Инженером Центрального Комитета Водоохраны Д. И. Шпилевым спроектированы для этой цели особые гибкие спиральные трубы, которые вделываются перпендикулярно к стоку, проложенному по дну реки, и выводят сточную жидкость в нескольких пунктах реки (рис. 14), причем эти гибкие спиральные трубы изгибаются по течению реки и тем способствуют более

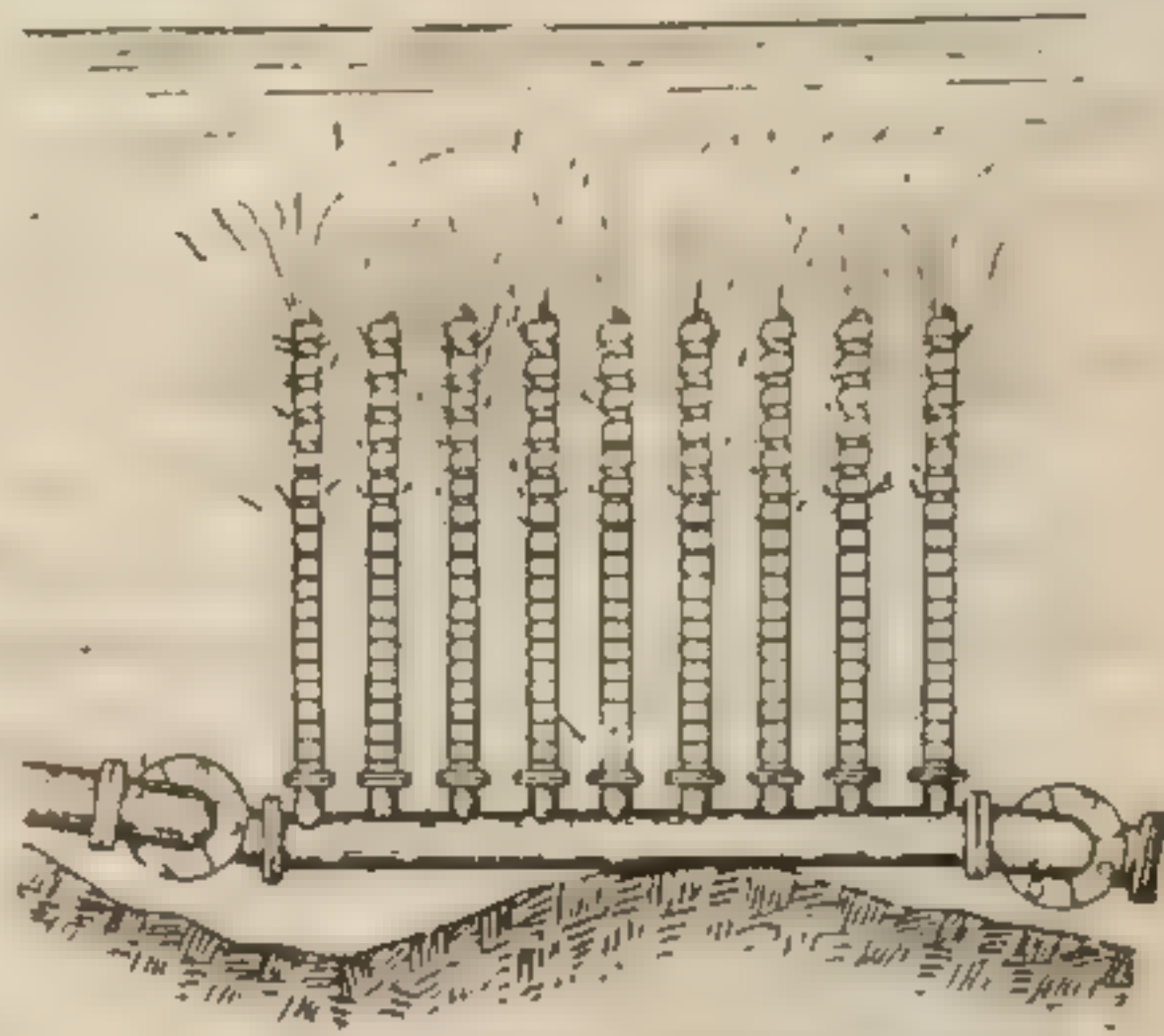


Рис. 14.

правильному смешению сточной жидкости с массой речной воды.

При спуске сточных вод в устья рек, в гавани, заливы и открытые моря приходится считаться со многими обстоятельствами, которые имеют место в этих естественных водоемах.

Тут имеют значение господствующие ветры, приливы и отливы, глубина бассейнов и проч.

Инж. Фулер <sup>1)</sup> приводит ряд соображений по этому вопросу, которые он резюмирует в следующих 13 пунктах:

1) Разница в удельном весе воды зависит от ее минерального состава и влияет на смешение, и если она значительна, то затрудняет это смешение сточных вод, разведенных пресной водой, с водой сильно соленой или солоноватой.

Положение будет лучше, если только начальная скорость, местоположение и способ спуска нечистот приспособлены специально, чтобы содействовать смешению. В пределах известных границ, как скорости, так и объема, более легкие сточные воды стремятся образовать поверхностный слой над более тяжелой морской водой.

2) Разница в температуре также вызывает разницу в удельном весе и иногда задерживает смешение, при некоторых обстоятельствах делая вероятным, что более теплые сточные воды составят поверхностный слой над более холодной и плотной морской водой, если только не принимать особых мер при спуске нечистот.

3) Так как смешение нечистот с соленой водой находится в некоторых местах под влиянием разных температур и солености, в частности в доках и малых рукавах

<sup>1)</sup> George W. Fuller. Sewage disposal. S. 318. New York 1912.

заливов, и где выходная скорость не уменьшается, то не следует забывать, что ветры и приливы сильно содействуют раздроблению, а кроме того, что полноте смешения до известной степени содействует диффузия. Это смешение улучшается также от присутствия встречных течений и водоворотов, которые больше имеют место в соленой воде, чем в пресной.

4) Коэффициент для абсорбции атмосферного кислорода в морской воде найден, при соответственных температурах и давлении, меньшим, чем в пресной воде.

5) Кислород возобновляется после поглощения его органическими веществами в пресной и соленой воде различно, и эта разница зависит от неодинаковой степени поверхностной диффузии.

6) Надо сказать также, что при спуске сточных вод в море наблюдаются процессы восстановления, как, например, из сернистых соединений образуется сероводород.

7) В соленой воде заметно стремление к коагуляции коллоидальных или растворенных веществ сточных вод более, чем в пресной воде.

8) Особая флора, бактерии и более крупные организмы, включая некоторые типы «морской травы», выброшенные на берег, разлагаясь, могут сами производить зловоние.

9) Быстро сменяющиеся уровни воды, зависящие от действия прилива и отлива, открывают в некоторых местах поверхности земли иловые отложения.

10) В соленой или солоноватой воде ил сточных вод выпадает в большем количестве, быстрее и сильнее разлагается, поэтому поглощает большее количество растворенного кислорода из верхних слоев воды, чем в пресной воде.

11) Течения, имеющиеся в массе воды, встречаются между собой под влиянием приливов и отливов, ветра и проч., при чем основное течение может уничтожиться. В очень глубокой воде течение приливов и отливов не одинаково на поверхности и около дна. Другими словами, в одном и том же вертикальном разрезе поперек главного течения всегда имеется несколько скоростей течения.

12) Как в озерах, так и в океанах, при спуске сточных вод скопляется масса последних, которые при давлении имеют свою скорость. Сверху этой массы имеется частью соленая вода, частью же (ближе к поверхности)—пресная, которые движутся своими скоростями. Это явление желательно изучить путем правильных наблюдений и определить распределение сточных вод в водах океана. Если в океан впадает река, несущая пресные воды, то комбинация этих струй: пресной, соленой и сточной, еще более осложняется. Приливы и отливы совершенно нарушают эти течения и могут возвратить часть сточных вод назад к берегу. Поэтому необходимо отводить сточные воды возможно дальше от берега и несколькими струями распределять в массе морской воды.

13) Необходимо защитить места разведения устриц от заражения их водными инфекциями: тифом, дизентерией и пр.

В настоящее время большая часть городов и штатов вдоль Северного побережья Атлантического океана делают шаги к более или менее активной практической защите устриц от загрязнений, происходящих от сточных вод. Многие большие города и небольшие местечки принимают меры к ограждению чистоты гаваней. В частности это относится к Нью-Йорку, Нью-Джерсею и их окрестностям.

**Вентиляция сети.** Известно, что в первые моменты поступления загрязнений в канализационную сеть, они разлагаются медленно и могут загнить лишь при отсутствии свежего воздуха. Поэтому, для предохранения сточных вод от гниения во время следования их по каналам, они снабжаются притоком свежего воздуха, а испорченный воздух выводится из канализационной сети помощью особых вытяжных каналов. Свежий наружный воздух опускается в каналы через отверстия в смотровых колодцах или через особые приточные вентиляционные тумбы, соединенные со смотровыми колодцами и помещенные около уличного тротуара. Испор-

ченный же воздух проходит из уличной сети по коллектору домового канализации и выводится наружу особой трубой через жилые здания, выше их крыши.

Для отвода сточной жидкости по каналам к месту ее обезвреживания требуется обычно не более 1—2 часов, поэтому, при существовании вентиляции, сточная жидкость приходит к очистительной станции совершенно не загнившей, что значительно облегчает дальнейшую ее обработку. Моча при этом подвергается гидролизу и после такого изменения в своем химическом составе лучше очищается на биологических сооружениях.

**Промывка каналов.** Несмотря на то, что при проектировании каналов им даются такие уклоны, чтобы на дно каналов не выпадали осадки, все же на дне их остается тонкий слизистый осадок, который от времени до времени приходится удалять, для чего делаются специальные приспособления для периодических пропусков водопроводной или обыкновенной речной воды в таком количестве, чтобы скорость движения воды в канале увеличилась, и текущая струя унесла с собой все эти отложения. Для этой цели, как мы уже говорили ранее, в головных участках, а также и по пути сети ставится ряд промывных колодцев, которые представляют из себя резервуары, объемом 150 и больше ведер (около 2 куб. метров) с приспособлением для автоматического выливания всего этого количества сразу в течение 2—3 минут. Промежутки такой промывки устанавливаются на кране, выпускающем в колодец водопроводную воду: если промывка должна быть частая, то кран открывается больше, тогда резервуар наполнится скорее, а опоражнивается он с помощью автоматического приспособления. Можно установить сроки промывки один раз в день, один раз в неделю и так далее; это зависит от степени загрязнения каналов. На рис. 15 изображен один из таких промывных колодцев.

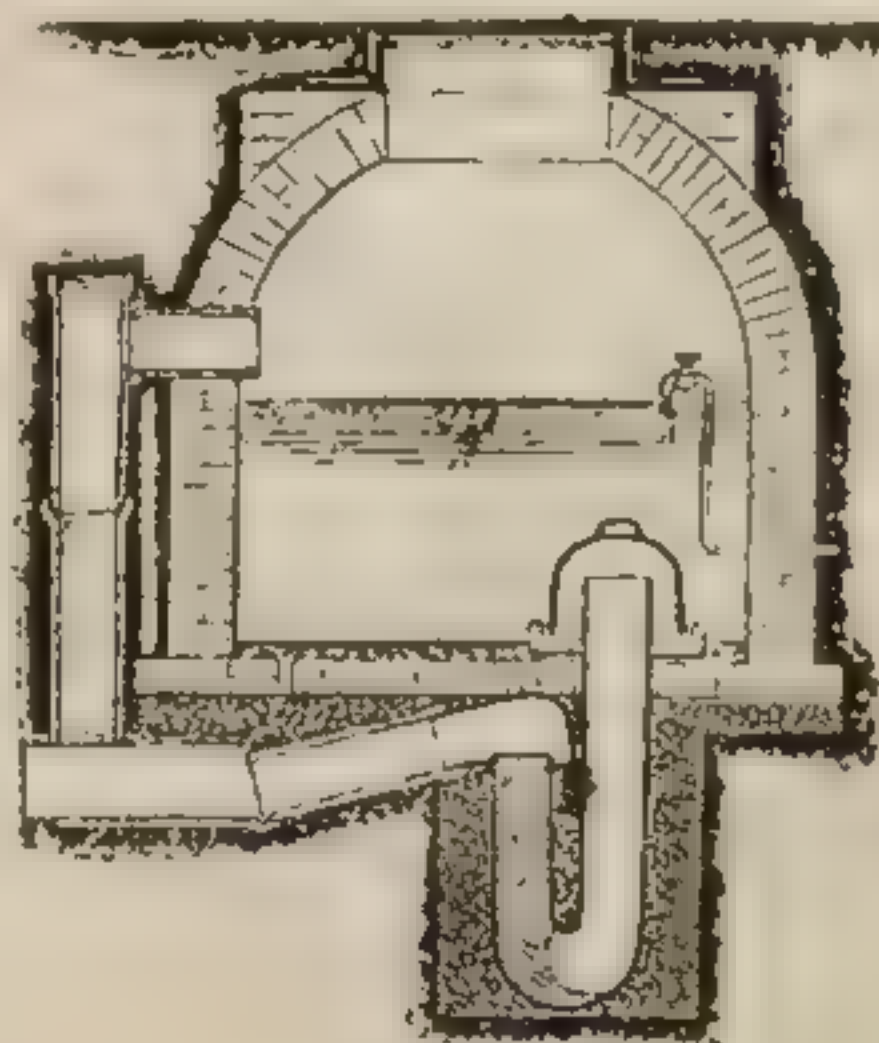


Рис. 15.

Если сточный коллектор проходит по берегу реки, и уровень воды в реке выше уровня сточной жидкости в канале, то делают обыкновенно приспособления для периодического впуска речной воды в каналы с целью их промывки.

Надо еще отметить, что смотровые колодцы, расположенные по набережным и вообще низким местам, заливаемым весенним половодьем, должны быть снабжены герметическими крышками, не пропускающими поверхностных вод внутрь колодца. Однако, несмотря на все предосторожности при прокладке сети и устройстве смотровых колодцев, все же в канализационную сеть всегда проникает часть поверхностных вод и даже грунтовых. В весеннее половодье в сеть раздельной канализации иногда попадает до 30 и более процентов поверхностных вод от нормального количества их.

**Понижение уровня грунтовых вод.** Во всех городах, имеющих канализацию, в тех местностях, где проходят каналы, замечается понижение уровня грунтовых вод, если этот уровень был выше горизонта прокладки каналов.

Иногда это явление вызывает непредвиденные расходы, как, например, это имело место в Москве, когда после прокладки канализационных коллекторов по Петровке и Театральной площади, уровень грунтовых вод настолько опустился, что сваи, на которых покоилось основание Большого театра, обнажились, и уже во многих местах театра появились трещины; пришлось обнаженные концы свай срезать и углубить фундамент театра.

Однако, во многих случаях понижение грунтовых вод, вызванное прокладкой каналов, очень благоприятно отзывается на осушении городских усадеб, и грунтовые воды, заливавшие домовые подвалы, с прокладкой канализации совершенно исчезают.

**Производство канализационных работ.** Производство работ по устройству канализации начинается не ранее весны и тогда, когда уже имеются все детальные рабочие чертежи и все материалы для проектируемых сооружений. Прежде всего заготавливаются керамические трубы<sup>1)</sup>, протяжение которых в городской канализации бывает обыкновенно до 80% всей канализационной сети. Затем заготавливаются кирпич, гравий, речной песок и цемент для выделки кирпичных и бетонных каналов и смотровых колодцев. Заготавливаются также лесной материал для распорков и колодезных котлованов, крышки и скобы для смотровых колодцев и проч. строительные материалы, которые по мере надобности подвозятся к месту производства работ.

Работы начинаются с производства нивелировки с помощью довольно точных инструментов. По улице, по которой должна пройти канализационная труба, намечается согласно проекта ее место, а в точках, соответствующих центрам смотровых колодцев, вбиваются колья в уровень с мостовой. С помощью нивелировки определяют высоту головки кола над принятым в городе нулем<sup>2)</sup> или над уровнем моря, если нет своего нуля. Если около смотрового колодца прибита на ребро доска, как мы говорили выше, то нивелируют ребро этой доски. Затем, когда будет вырыт котлован смотрового колодца, от верхнего ребра этой доски отмеряют до поверхности мостовой расстояние и далее согласно проекта меряют вниз расстояние до дна смотрового колодца.

Правильность прокладки канала проверяется особыми визирками, которые прибиваются к упомянутой ранее доске. Глубину зачистки дна рва проверяют по особой ходовой визирке, которую ставят в том или ином месте рва. Все подземные сооружения канализации закладываются на точной глубине, установленной проектом; отступления или ошибки в закладке высоты

<sup>1)</sup> В Пятигорске, Сталинграде, Оренбурге, Семфиополе, Севостополе и др. городах, в которых очень затруднительно получить керамические трубы, в большом количестве прокладываются бетонные трубы уличной канализационной сети.

<sup>2)</sup> В Москве за нуль принята верхушка железной сваи, забитой на берегу реки Москвы около Симоновского монастыря, и соответствующая уровню наинизших меженних вод реки Москвы.

тех или иных канализационных сооружений допускаются лишь 1—2 мм, потому что большие каналы имеют очень незначительные уклоны, а именно 0,0002—0,0003 на единицу протяжения канала. Прокладка канала должна производиться также чрезвычайно тщательно, в особенности необходимо соблюдать, чтобы дно канала представляло из себя в вертикальном продольном разрезе совершенно прямую линию.

Направление канала изменяется лишь от одного колодца к другому, внутри же этой линии между двумя колодцами никаких отклонений в ту или другую сторону не допускается. Правильность линии направления канала проверяется с помощью натянутого между двумя колодцами шнура и опускаемого с него вниз отвеса; а когда труба уже уложена и стыки залиты асфальтом, перед засыпкой землей, проверяют правильность укладки трубы следующим образом: с одного конца трубы в смотровом колодце ставится зажженный фонарь с сильным рефлектором, а с другого конца наблюдатель ложится и смотрит в трубу; если виден свет полным сечением трубы, то труба проложена верно. Неполный же диск света указывает на отклонение трубы в ту или другую сторону; в этом последнем случае опытный рабочий идет по дну канавы, а другой с отвесом и визиркой идет по верху; скоро они находят место отклонения, и если это отклонение в сторону, то аккуратно ломом сдвигают трубу куда следует. Если труба в каком нибудь месте опущена, то ее подклинивают снизу, аккуратно и плотно под нее подтрамбовывают песком и достигают правильного ее положения. Если труба немного приподнялась, то основание под нею слегка зачищается; и так в конце концов добиваются того, чтобы труба была проложена совершенно правильно, и световой диск представлял из себя полный круг. Вместо фонаря употребляют обыкновенные зеркала, которые освещаются небесным светом; или даже для усиления света в солнечный день пускают на зеркало солнечного зайчика, и тогда в трубе будет виден яркий ослепительный свет солнца.

Канализационные работы требуют чрезвычайной точности выполнения их. Кирпичные и бетонные каналы выделяются со всею аккуратностью и тщательностью, которая возможна для наших рабочих. Особые трудности представляет из себя борьба с грунтовыми водами и с сыпучими песками. Сплошь да рядом канал приходится прокладывать ниже уровня грунтовых вод. В таких случаях начало работ ведут с самого низкого места, и если оно выше уровня воды в естественном водоеме, то временно прокладывают спускную трубу в этот последний. При прокладке труб в подобных каналах грунтовая вода спускается через уже проложенную трубу. В большинстве же случаев грунтовую воду приходится откачивать насосами. При не очень большом притоке воды употребляют ручные насосы системы Летестю или «Диафрагма». Если приток воды очень сильный, то прибегают к откачке с помощью локомобиля, двигателя внутреннего сгорания или электромотора<sup>1)</sup>. В Москве в этом отношении были очень

<sup>1)</sup> При проектировании канализации следует всемерно избегать заложения коллекторов в глубокие грунтовые воды: если—же это неизбежно, то при производстве работ необходимо всегда иметь хорошие средства для откачки.

тяжелые места в Чухинском переулке близ Тверской-Ямской, где потоком грунтовой воды вымывало грунт из канавы, и в одном месте даже покачнуло от вымытого грунта близ стоящий дом. Когда в канализационных рвах очень много воды, то борьба с ней делается очень трудной; в таких случаях обыкновенно откачку ведут или из котлована смотрового колодца, или из специальной шахты, углубленной ниже уровня прокладки трубы, которая соединена со рвом устраиваемого канала. Во всех этих случаях ограждающие канаву деревянные стены (распоры) должны быть сделаны плотно и прочно. Обычно, при обратной засыпке канавы, доски распор вынимаются и идут на следующие ряды. При прокладке же в рвах, заливаемых водой и с подвижным песчаным грунтом, в особенности же при плавуне, обратную засыпку рва приходится для безопасности производить, не вынимая распор.

Не менее опасны для рабочих рвы с сыпучим песком; в этом случае не только приходится делать сплошные деревянные стенки рва, но и самую выемку песка из канавы производят с чрезвычайной осторожностью, а именно: выбирают из канавы грунт около стенки с обеих сторон, закладывают на это место доски, распирают их и уже потом удаляют грунт из середины. Таким образом, в Москве при прокладке канализации пришлось идти по Калужской улице на глубине до 8 метров, и во многих местах сыпучие пески не дали возможности вынуть распоры.

Иногда в плавучем грунте одних распор для прокладки труб бывает недостаточно. В таком случае приходится забивать около стенок распор шпунтовые ряды. При большом напоре грунтовых вод эта работа делается неизбежной.

При работе со шпунтовыми рядами ров для прокладки канализационной трубы приходится начинать шире, а именно в полтора и даже два метра. Когда углубятся до того места, при котором идти с распорами дальше нельзя, ров суживают до 1 метра и по сторонам этой более узкой канавы забивают шпунтовые ряды из досок толщиной в 5—7 см, которые в большинстве случаев после прокладки коллектора приходится оставлять на месте и так засыпать канаву.

В Германии для шпунтовых рядов такого характера употребляют железные шпунты, которые для жесткости делаются рифлеными. Эти шпунты после работы легко вынимаются.

При очень глубоких рвах иногда приходится в два раза суживать канаву и оба раза забивать самостоятельные шпунтовые ряды.

## Глава 6. Подъем сточных вод.

**а) Насосная станция.** Мы уже говорили, что местные условия иногда вынуждают перекачивать сточную жидкость с низкого места на высокое. В таких случаях выбирают наиболее пониженное место, в котором устраи-

Необходимо принимать все меры к тому, чтобы в канаву не попали воды от сильных дождей и ливней. Но и на этот случай чрезвычайно важно иметь хорошие средства для отлива.

вают сборный резервуар. Сточная жидкость, идущая к насосной станции самотоком, таким же образом поступает и в сборный резервуар. Для того, чтобы крупные загрязнения не засаривали насосов, сточная жидкость, перед входом в сборный резервуар, освобождается посредством решеток с прозорами около 25 мм от крупных взвешенных веществ. Обычно эти вещества собираются с решетки, подсушиваются и увозятся на свалки. В Москве же на главной насосной станции существует особая дробительная машина сист. инж. И. Н. Березовского, которая размельчает все эти плавающие вещества, и мелкие частицы вновь пускаются в сточную жидкость, совершенно не засоряя насосов<sup>1)</sup>.

Насосная станция имеет целью поднять сточную жидкость с низшего уровня на высший и передать ее в коллектор, выводящий сточную воду к месту ее обезвреживания или непосредственно на очистные сооружения. Расчет насосов производится по секундному расходу перекачиваемой сточной жидкости, при чем для часов наибольшего расхода (дневное время) работает насос большей мощности, а ночью, когда к насосной станции подходит меньшее количество сточных вод, качает насос меньшей мощности. В последнее время чаще всего стали употребляться центробежные насосы, которые благодаря отсутствию клапанов реже засоряются. Обычно устанавливают такое количество насосов, при котором один или несколько производили бы перекачку, один мог бы быть в запасе и еще один, который мог бы ремонтироваться. При употреблении электромоторов это чрезвычайно просто и легко, так как у каждого насоса можно поставить свой двигатель. Прежде для этой цели употребляли паровые машины, сейчас же ставят только двигатели внутреннего сгорания (по преимуществу системы Дизеля)<sup>2)</sup> или электромоторы, питаемые током от общегородской электрической станции.

Напорные трубы обычно употребляются чугунные водопроводного типа или стальные; скорость движения жидкости в этих трубах обычно принимается 1 метр в 1 секунду. Расчет мощности двигателей и диаметра напорной трубы определяется обычными формулами.

Для того, чтобы рассчитать мощность насосов и двигателей, необходимо знать наибольший секундный расход перекачиваемой жидкости, высоту всасывания (расстояние уровня воды в приемном резервуаре до насоса) и высоту нагнетания (расстояние от насоса до того пункта, в котором изливается нагнетаемая сточная жидкость).

Тогда мощность насосной станции или, вернее сказать, механических двигателей выразится формулой:

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot (h + h_1)}{75 \cdot \eta \cdot \eta_1},$$

где:  $P$ —есть мощность двигателей в лошадиных силах;

<sup>1)</sup> Плавающих веществ, задерживаемых решеткой на главной насосной станции Московской канализации, собирается ежедневно около 0,003 килограмма на жителя или 1 килограмм на жителя в год.

<sup>2)</sup> Двигатели сист. Дизеля малых мощностей не выделяются.

$Q$ —максимальный секундный расход сточной жидкости, выраженных в кубических метрах;

$h$ —общая высота всасывания и нагнетания;

$h_1$ —величина потери напора во всасывающей и нагнетательной трубах, происходящая от трения воды о стенки труб, от поворотов этих труб и проч.;

1000—вес куб. метра воды в килограммах;

75—работа 1 механич. лош. силы в килограммометрах;

$m$ —коэффициент полезного действия насоса (в маленьких насосах обычно 0,4 — 0,5, в больших доходит до 0,9);

$n$ —коэффициент полезного действия машины-двигателя, который также в больших машинах больше, чем в маленьких.

Таким образом, в маленьких установках произведение  $m$  на  $n$  доходит до 0,3, а в больших насосных станциях это произведение доходит до 0,65.

Возьмем пример. Пусть в приемный резервуар в часы наибольшего расхода поступает 0,85 куб. метра сточной жидкости в секунду.

Пусть далее высота всасывания будет равна 2 метрам, а высота нагнетания равняется 25 метрам; следовательно,  $h = 2 + 25 = 27$  метрам.

Пусть далее все потери напора во всасывающей и нагнетательной трубах равны 4 м, или в нашей формуле  $h_1$  будет равняться 4 м.

Так как эта установка довольно большая, то можно принять в ней произведение  $m$  на  $n$  равным 0,65. Тогда:

$$P = \frac{1000 \times 0,85 \times 31}{75 \times 0,65} = \frac{26350}{48,75} = 541 \text{ лош. сил.}$$

Возьмем другой пример. Пусть максимальный секундный расход сточной жидкости, подходящей к приемному резервуару, будет равен 0,012 куб. м; пусть далее высота всасывания и нагнетания равна 7 м, и потеря напора во всасывающей и нагнетательной трубах равна 9,4 м.

$$\text{Тогда } P = \frac{1000 \times 0,012 \times 9,4}{75 \times 0,30} = \frac{112,8}{22,5} = 5 \text{ лош. сил.}$$

В больших насосных станциях имеются различные контрольные аппараты, дающие возможность судить о количестве сточной жидкости, перекачиваемой в известный период, о скоростях жидкости в напорных трубах, об уровне сточной жидкости в сборном резервуаре и пр. На случай возможности полной остановки перекачки, приемный колодец имеет сообщение с естественным водоемом, и притекающая, но не перекачиваемая сточная жидкость в течение очень короткого времени может быть спускаема в естественные водоемы. Во время весеннего половодья, когда в реке воды проходит во много раз больше, чем в обычное время<sup>1)</sup>, допускается спуск сточных вод в реку без всякой очистки, потому что

<sup>1)</sup> В Москве-реке в весеннее половодье при большом подеме уровня воды в реке проходит в 300 раз больше воды, чем в обыкновенное время. У г. Казани Волга во время половодья несет почти в 100 раз больше воды, чем в межень.

загрязнения, которые вносятся таким образом в реку, составляют ничтожную часть от общих загрязнений, находящихся в речной воде во время половодья <sup>1)</sup>).

б) **Система Лиернура.** Этот способ заключается в том, что домовые (раковинные и ваннные) сточные воды удаляются вместе с дождевыми водами по сети уличных водостоков, а моча и экскременты, выделяемые человеком, отводятся особо по чугунным трубам в специальные уличные подземные приемники, совершенно непроницаемые и соединенные также чугунными трубами с главным приемным резервуаром, находящимся за городом. Сначала моча и экскременты совершенно не разбавлялись водой, и тогда клозеты по системе Лиернура были очень грязны и негигиеничны. Впоследствии их стали промывать небольшими количествами воды, вследствие чего уличные резервуары пришлось сделать большего размера. Действие этой системы заключается в следующем: из главного резервуара с помощью особых воздушных насосов выкачивается воздух, затем открывают задвижку, соединяющую этот резервуар с уличными подземными приемниками, и таким образом выкачивают воздух из уличного резервуара, так как в это время уличный резервуар раз'единен помощью задвижки с трубой, в которую входят ответвления от домовых клозетов. Затем закрывают задвижку, отделяющую уличный подземный резервуар от главной трубы, соединяющей его с главным резервуаром. Далее открывают задвижку, отделяющую уличный подземный резервуар от трубы, к которой присоединены домовые клозеты. Вследствие разряжения воздуха в подземном резервуаре все нечистоты, находящиеся в трубах под домовыми клозетами, передвинутся в уличный подземный резервуар. Затем закрывают задвижку, отделяющую трубу, соединенную с домовыми клозетами, от подземного уличного резервуара, а задвижку, находящуюся на трубе, соединяющей уличный подземный резервуар с главным резервуаром, открывают. Тогда нечистоты из подземного уличного резервуара устремятся по чугунной главной трубе к загородному резервуару, из которого выкачан воздух. В городе обычно имеется несколько таких подземных уличных резервуаров, и каждый из них опоражнивается описанным выше образом. Система эта в настоящее время не устраивается, как негигиеничная, и вследствие того, что в настоящее время во всех городах получила широкое распространение система водяных клозетов, с употреблением большого количества воды. Система Лиернура была устроена в нескольких голландских городах, но широкого распространения не получила. Лиернур предполагал утилизировать все нечистоты, превращая их в пудреты, но операция по выпариванию нечистот оказалась слишком дорогой, поэтому обычно используют эти нечистоты, смешивая их с известью, и получают с помощью серной кислоты сернокислый аммоний, который идет на удобрение.

в) **Система Шона.** В противоположность системе Лиернура Шон предложил не подсасывать нечистоты разреженным воздухом, а выдавли-

<sup>1)</sup> По исследованиям химика Королькова, спуск сточных вод из главной насосной станции московской канализации в реку Москву в 1922 году во время половодья не дал разницы в составе речной воды выше насосной станции и на 350 саж. ниже ее.

вать с помощью сжатого воздуха. Эта система применяется для передачи обыкновенной канализационной жидкости в тех случаях, когда несколько небольших перекачек можно обслужить одной установкой вышеуказанной системы. По системе Шона в пониженных участках города или отдельной усадьбы устанавливается в колодце закрытый чугунный резервуар (рис. 16), соединенный, с одной стороны, с ближайшим смотровым канализационным колодцем и с другой—чугунной трубой с вышележащим колодцем. Резервуар этот с помощью трубки небольшого диаметра соединен в верхней своей части с воздушным компрессором, могущим подавать в него сжатый воздух. Кроме того у описываемого аппарата есть еще соединение небольшой трубкой с наружным воздухом. Внутри аппарата имеется поплавков, соединенный с механизмом, регулирующим впуск сжатого воздуха, либо соединение резервуара с наружным воздухом. Действие аппарата заключается в следующем. При заполнении резервуара сточной жидкостью поплавков открывает автоматически впуск сжатого воздуха, который и выдавливает жидкость в вышележащий колодец; входная труба при этом остается закрытой благодаря имеющемуся на ней клапану, открывающемуся внутрь резервуара. На выходной трубе имеется такой же клапан, но открывается он наружу и не допускает попадания сточной жидкости обратно в резервуар, когда последний по опорожнении его автоматически соединяется с наружным воздухом. Аппарат работает автоматически, и перекачка жидкости происходит без всякого участия человека. В течение часа может быть произведено более 10 наполнений и опорожнений аппарата.

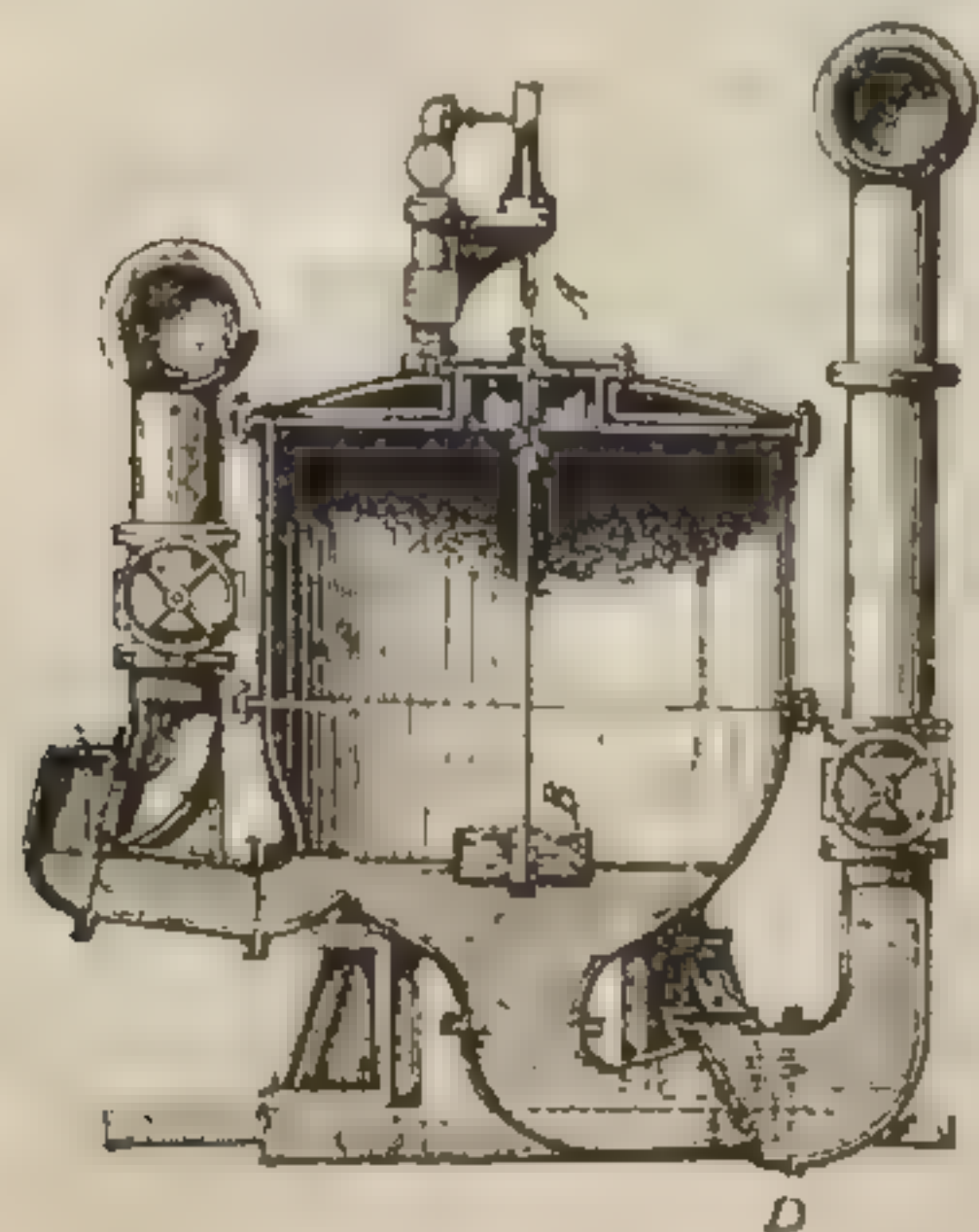


Рис. 16.

Система Шона всего более распространена в Англии, у нас же в России применяется в канализации 1 очереди г. Киева.

г) **Гидравлический эжектор Грибоедова.** В этом приборе сточная жидкость перекачивается при помощи энергии, получаемой от напора воды в водопроводной трубе. Эжектор состоит (рис. 17), из двух цилиндров разных диаметров, соединенных вместе на одной общей оси. В верхнем цилиндре ходит поршень меньшего диаметра, а в нижнем плунжер большего диаметра; оба поршня соединены одним общим штоком. Через верхнюю и нижнюю крышки цилиндров, проходят концы штока поршня в соответствующих сальниках. При верхнем цилиндре имеется особый

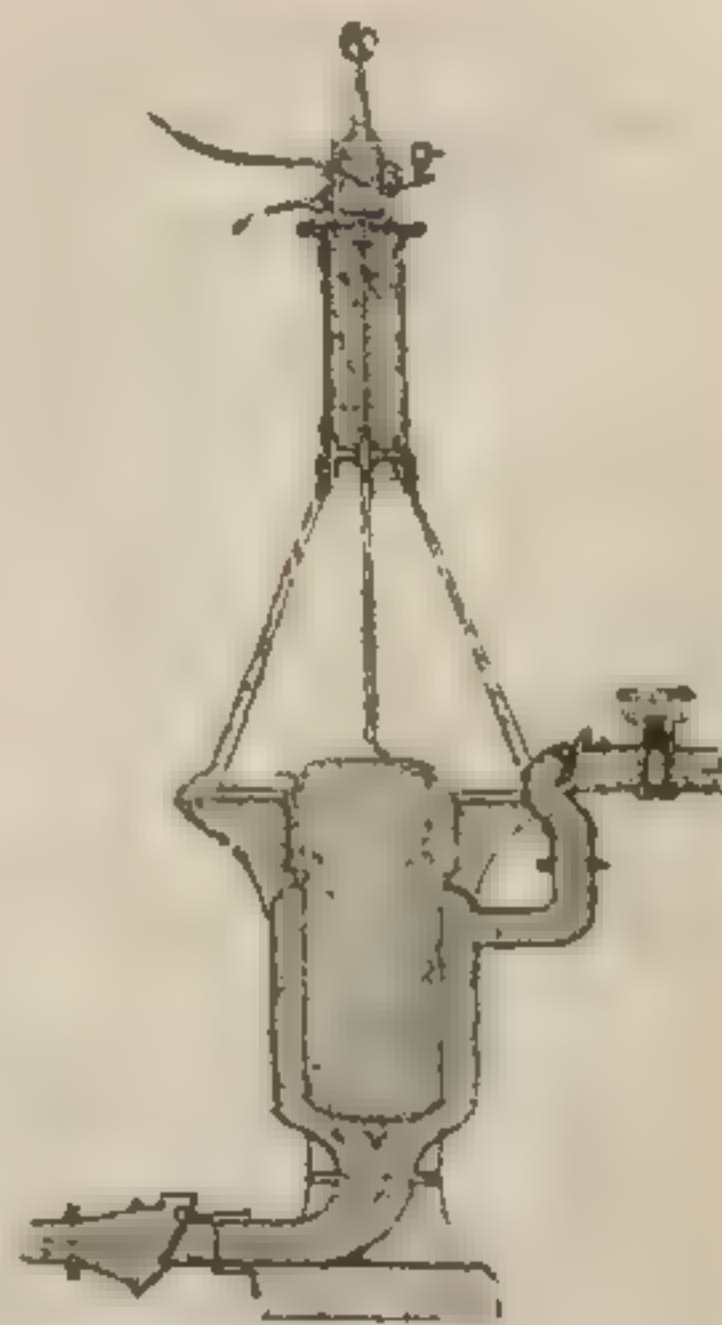


Рис. 17.

При верхнем цилиндре имеется особый

прибор—водораспределитель, способный то впускать в цилиндр водопроводную (напорную) воду, одновременно разобщая его с атмосферой, т.-е. с отводной трубой, то прекращать доступ в цилиндр водопроводной воды, сообщая его одновременно с атмосферой (отводной трубой). С помощью особого механизма водораспределитель действует так, что когда поршни подходят к верхним своим положениям, то совершается впуск напорной воды; обратно, когда поршни подходят к нижним своим положениям, то происходит отсечка напора воды. В то же время в нижнем цилиндре сточная жидкость, то подсасывается из сборного резервуара, то выдавливается по напорной трубе на большую или меньшую высоту. Эжектор Грибоедова действует автоматически, при чем отработавшая водопроводная вода может быть использована для промывки канализационной сети, для поливки улиц и садов или, наконец, просто спущена в водосточную трубу. В продаже имелись 5 моделей с диаметром плунжера от 125 мм до 500 мм и с такой же длиной хода поршня.

д) **Шен Элиса.** Этот аппарат представляет из себя особой системы насос, у которого нет ни поршня, ни клапанов. Жидкость поднимается, с помощью вертикальной спирали, которая облегает бесконечной цепью два шкива, из которых нижний проходит в перекачиваемой жидкости, а верхний—над резервуаром, в который жидкость поднимается. Спираль передвигается кверху и захватывает с собою жидкость, поднимая ее в верхний резервуар. От удачного выбора скорости передвижения цепи зависит более или менее выгодный подъем жидкости.

Шен Элиса может поднимать густые жидкости и осадки сточных вод, если дать спирали соответствующую скорость.

На рис. 18 изображен один из подобных приборов.

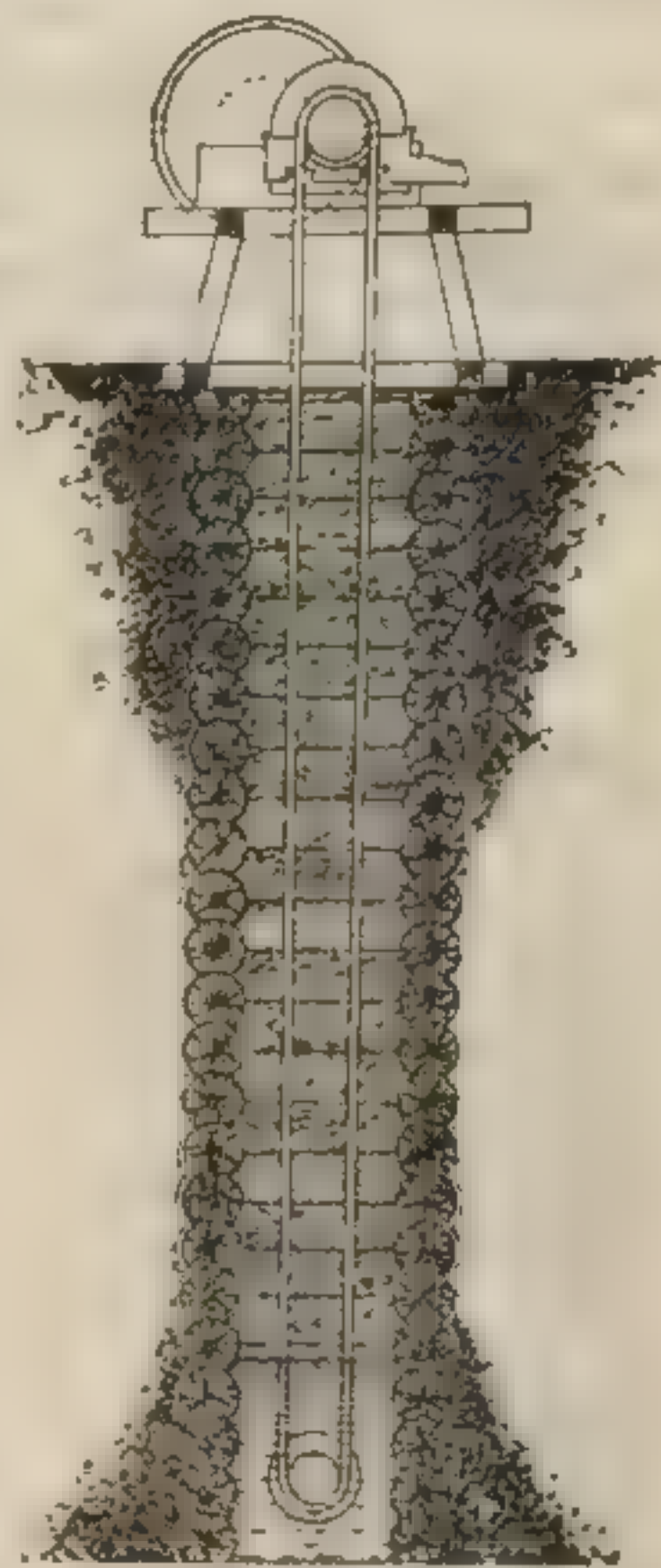


Рис. 18.

## Глава 7. Домовая канализация.

Домовая канализация состоит из дворовой сети и приемников домовых сточных вод, соединенных с дворовой сетью. Дворовые каналы рассчитываются в зависимости от количества сточной жидкости, которая должна по ним протекать; диаметр труб дворовой сети обычно бывает в 125 мм; при большом населении усадьбы, достигающем 3.000 человек, считая потребление воды по 8 ведер на человека в сутки, может потребоваться дворовый коллектор диаметром в 150 мм, обычно же по двору прокладываются трубы диаметром не мене 100 мм и не более 125 мм. Трубы, прокладываемые по двору, употребляются такие же каменно-керамические, как и по улицам. Смотровые колодцы ставятся против каждой трубы,

выводящей сточные воды из дома, но не далее, чем 40 метров друг от друга. Прокладка дворовых труб и устройство смотровых колодцев производится в таком же порядке, как и в уличной сети. Против каждого домовладения, если на уличной сети не имеется смотрового колодца, устанавливается в уличную трубу тройник—часть трубы такого же диаметра, снабженная отростком под углом в  $60^\circ$  и по направлению к воротам усадьбы, диаметром 150 мм. Против ворот домовладения ставится обыкновенный смотровой колодец, который называется контрольным<sup>1)</sup>. От него идет соединительная труба дворовой сети с уличным каналом, через посредство вышеупомянутого тройника. В среднем климате России, принимая во внимание промерзание почвы, в конечных пунктах дворовой сети глубину заложения канализационной трубы делают не менее 1,5 метра.

От дворового смотрового колодца в дом прокладывают чугунные трубы канализационного типа, т.-е. немного тоньше водопроводных. Обычно употребляются асфальтированные трубы, но бывают и эмалированные. В каж-

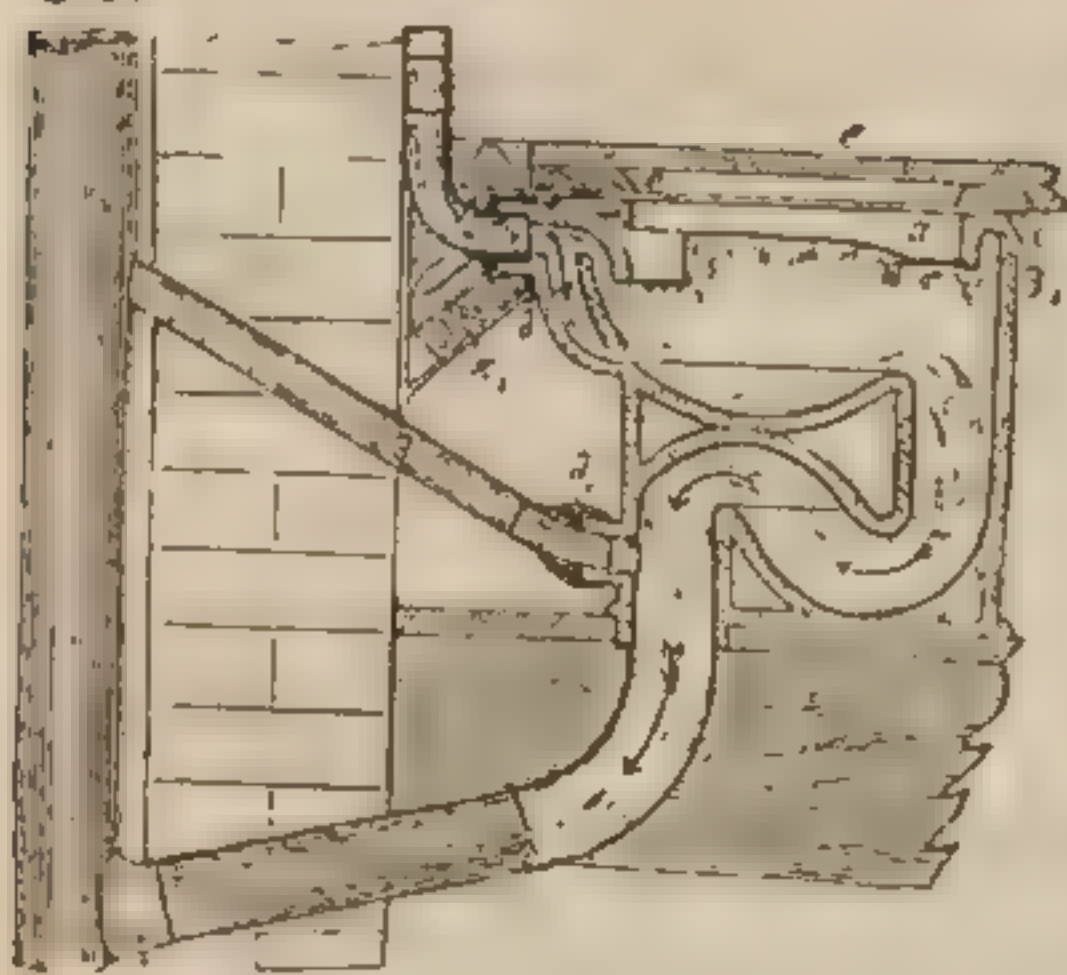
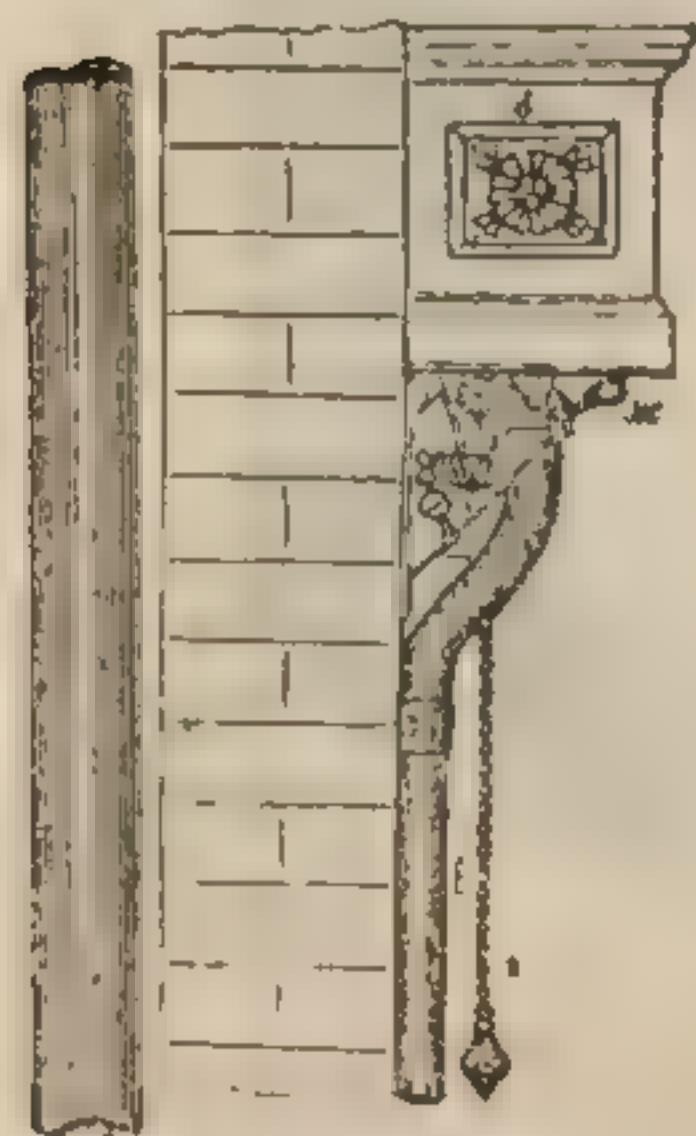


Рис. 19.

дой квартире дома устанавливается по крайней мере один клозет. В кухне устанавливается раковина и иногда мойка. В ванной комнате, кроме ванны, устанавливается умывальник.

Диаметры труб, уклоны и способы прокладки домовой сети нормированы правилами, которые имеются в каждом канализированном городе. XII Всер. Вод. и Сан. Тех. Съезд в 1922 г. выработал стандартные Правила<sup>2)</sup> и предложил всем канализированным городам принять их.

Приборы для установки ватерклозетов, раковин и писсуаров—большую частью английских типов. Приемник для экскрементов и мочи по английской системе называется унитазом (рис. 19); он большей частью фаянсовый с сифоном, выделанным внутри прибора. Сифон служит водяным затвором для предупреждения проникновения зловонных газов, которые могут находиться в дворовой сети и в тех чугунных стояках, к которым унитазы присоединяются с помощью соответствующих чугунных тройников и патрубков.

Умывальники и писсуары также имеются на рынке фаянсовые, раковины изготовляются большей частью чугунные эмалированные; сифоны с водяными затворами приделываются у них обыкновенно также чугунные

<sup>1)</sup> Контрольный колодец предназначается для осмотра санитарной инспекцией, не спускаются ли в канализационную сеть другие жидкости, кроме домовых сточных вод.

<sup>2)</sup> «Правила устройства домовой канализации и правила устройства домового водопровода». Издание Постоянного Бюро Всеросс. Водопр. и Санит.-Технических Съездов 1923 г. Цена 40 к.

эмалированные диаметром 50 мм. От сифонов раковин, умывальников и писсуаров идут вертикальные чугунные эмалированные или асфальтированные трубы, которые с помощью колена и трубы, имеющей соответствующий уклон, подходят к главной приемной вертикальной трубе диаметром 100 мм; с этой трубой ветвь, идущая от раковины или умывальника, соединяется с помощью тройника. Все соединения чугунных труб—раструбные; концы труб, закладываемые в раструб, обматываются смоляной прядью и заливаются расплавленным свинцом, который после застывания зачеканивается. От каждого сифона, находящегося у унитаза, раковины, умывальника или писсуара проводится вентиляционная трубочка, которая может быть уже не чугунная, а железная газовая. Эта труба служит для предохранения против выталкивания или высасывания воды из водяных затворов при случайном сжатии или разрежении воздуха в приемной трубе, так называемого явления сифонирования, что может иметь место в многоэтажных домах. Выводится она в ту же вертикальную стояковую трубу, которая служит приемной трубой для всех домовых сточных вод, выше самого верхнего прибора. Приемная труба соединена своим нижним концом под полами 1-го этажа в земле с такой же чугунной трубой, выводящей сточные воды в дворовую сеть, а верхним концом, пройдя все этажи дома, выходит на чердак, там расширяется и проходит сквозь чердак и крышу наружу. Эта труба называется фановой трубой, и верхний конец ее покрывается колпаком или особым вентиляционным прибором, называемым дефлектором, который способствует вытягиванию дурных газов из фановой трубы и соединенной с нею дворовой сети. Уличная сеть также вентилируется с помощью этих домовых труб и таким образом освобождается от тех дурных запахов, которые успеют образоваться в канализационной сети во время движения сточной жидкости по ней. Сточные воды из ванн также присоединяются к домовой канализации. На рис. 20 показано в разрезе общее расположение труб и приборов в доме.



Рис. 20.

Все канализационные приемники снабжаются водою, при чем у раковины и умывальника водопроводная труба диаметром, установленным вышеуказанными «Правилами», подходит сверху и снабжается краном. В ванной обычно имеется 2 трубы, из которых одна подает холодную, а другая горячую воду. Большею частью эти две трубы проходят через особый аппарат, называемый смесителем и снабженный градусником, при чем пользующийся ванной может приготовить себе ванну такой температуры, которая ему нужна. Такой смеситель особенно желателен при устройстве над ванной душа, которым пользуются или после купания в ванной, или самостоятельно; в обоих случаях купающийся стоит в ванне, а душ разбрызгивает воду необходимой температуры над его головой. На рис. 21 показана схема расположения труб для ванны.

Над раковиной кран ставится на такой высоте, чтобы можно было брать воду для домашнего обихода. Чтобы раковина не засорялась, иногда в нее вкладывают проволочный сетчатый мешок, который от времени до времени освобождают от твердых, задержанных им веществ. В больших кухнях для мытья посуды устраиваются особые плоские большие раковины, которые называются мойками. Обычно к мойкам проводится не только

холодная, но и горячая вода. Сифоны, которые находятся под раковинами, писсуарами и мойками, от времени до времени загрязняются и засоряются; для очистки их на переломе сифона вставляется на винтовой нарезке медная пробка; во время засорения под сифон ставят таз,

отвинчивают пробку и начисто освобождают сифон от загрязнений, снова завинчивают пробку, и прибор продолжает работать нормально.

Унитаз ватерклозета освобождается после каждого раза использования его особым промывным аппаратом, состоящим, обычно, из чугунного бачка, поставленного около 2-х метров над полом, смывочной трубы и цепочки с ручкой для приведения аппарата в действие. Бачек снабжен шаровым клапаном, который, после использования, автоматически открывает водопроводную трубу, и вода наполняет его, после чего шаровой кран закрывается. Когда лицу, исполь-



Рис. 21.

зовавшему клозет, нужно смыть его содержимое, он дергает цепочку с ручкой, кран с шаровым клапаном открывается, и вода из промывного бачка устремляется по смывной трубе в унитаз, быстро его промывает, и смытые загрязнения по сифону и дальше по тройнику переходят в фановую трубу.

Раковины и писсуары не имеют таких приспособлений для автоматической промывки, а промываются просто большой струей чистой воды; иногда, впрочем, в писсуар впускается непрерывно тонкая струя чистой воды, которая постоянно его промывает и содержит в чистоте.

Полы в кухнях, ваннх и ватерклозетах желательно делать непроницаемыми для жидкости; иногда их делают бетонными и застилают сверху метлахскими плитками на портландском цементе. Для того, чтобы полы можно было легко смывать водою, в пониженном месте ставится особый прибор, называемый траппом, который представляет из себя также сифон и от времени до времени должен прочищаться от твердых загрязнений; трапп соединяется с общей домовою канализационною сетью чугунною трубою диаметром 50 мм.

В больших городах на площадях и улицах, наиболее посещаемых населением, устраиваются общественные писсуары и клозеты, в которых промывка приборов производится автоматически, при чем писсуары промываются непрерывною струей воды, а клозеты периодически от времени до времени. Общественные писсуары в средней полосе Р. С. Ф. С. Р. могут устраиваться открытые, и в них ни сама моча, ни промывающая их водопроводная вода не замерзают, потому что в них находится достаточно теплоты, чтобы при вертикальном движении по стенкам писсуара не успеть замерзнуть. Общественные же ватерклозеты устраиваются надземные и подземные. В зимнее время они отапливаются, вентилируются же круглый год.

Как домовые приемники нечистот, так и общественные писсуары и клозеты обязательно должны содержаться в надлежащем порядке, а если произойдет в каком нибудь пункте засорение, то оно должно быть немедленно устранено, потому что, в противном случае, нечистоты могут выливаться на полы жилых помещений и затоплять подвалы.

В домовых трубах и приборах для прочистки, кроме пробок устраиваются в разных местах специальные отверстия, закрытые крышками на болтах с прокладкой резины, так наз. ревизии. Отвинтивши крышку ревизии и спустив жидкие нечистоты в ведро, ищут мест засорения. Если выше этой ревизии засорения не оказалось, то отвинчивают крышку ниже лежащей ревизии; если и здесь нет засорения, то ищут его в других местах. Когда предмет, закупоривший трубу, найдется (обыкновенно это бывает мочалка, тряпка и проч.), то его вытаскивают, и крышку заворачивают. При засорении дворовой сети, в засоренную трубу через смотровой колодец вводят железную проволоку диаметром в 6 мм и продвигают ее по канализационной трубе до того места, где находится предмет, закупоривший ее. Если таким образом удастся прочистить трубу, то работа канализационной сети восстановится.

В последнее время за границей стали применять для прочистки канализационных труб механические вращающиеся режущие орудия, которые приводятся в движение водяными турбинками, приделанными к ним. К турбинке подводится водопроводная труба. Струя воды, обладающая некоторым напором, ударяет при открытии вентиля о лопасти

турбинки и заставляет последнюю вращаться, а вместе с ней приходит во вращение режущее орудие, которое, при подталкивании турбинки вперед, измельчает предметы, служившие засорением трубы, и таким образом прочищает трубу. Подтопленная сточная жидкость устремляется в смотровой колодец, в котором находится лицо, занятое прочисткой, и пойдет далее <sup>1)</sup>).

Уличная сеть прочищается совершенно таким же способом.

При общесплавной системе на дворовой канализационной сети имеются такие же смотровые колодцы и, кроме того, в необходимых местах поставлены приемные колодцы для дождевых вод.

---

<sup>1)</sup> В Германии такой прибор патентован инженером Г. Либау.

### ОТДЕЛ III.

## Очистка сточных вод. Дезинфекция.

### Глава 8. Состав сточных вод.

Городские сточные воды при общесплавной или при раздельной системе в обычное время совершенно одинаковы и только в дожди, ливни или во время таяния снега различны, при чем домовые и хозяйственные воды раздельной канализации более концентрированы и потому более загрязнены, нежели поверхностные сточные воды, происходящие от дождей, ливней и таяния снега. Дренажные воды соответствуют степени загрязнения почвы, которую они осушают.

Домовые сточные воды состоят, как мы знаем, из клозетных, раковинных и ваннных; из них клозетные являются самыми загрязненными. Ясно, что чем больше приходится на 1 человека расход воды в сутки, тем сточные воды будут менее загрязнены. В Европейских городах средний расход водопроводной воды на человека в сутки 120—150 литров, у нас в РСФСР в городах, имеющих канализацию, и именно в тех частях города, которые снабжены канализационной сетью, расход воды на человека в сутки составляет в среднем 80—100 литров; только в Ленинграде этот расход достигает 140 литров на 1 человека в сутки. Так как степень загрязнения сточной воды определяется количеством чистой воды, приходящейся на 1 человека, то можно теоретически подсчитать, какой состав сточных вод будет при том или ином разжижении. Из физиологии мы знаем, что в среднем человек выделяет 90 грамм экскрементов и 1300 грамм мочи в сутки; экскременты содержат до 80% воды и 20% сухого остатка, моча же содержит 93—96% воды и 7—4% плотного остатка. В плотном остатке экскрементов содержится 1—2% органического азота, а в плотном остатке мочи 1,3—2,6% азота; следовательно, от 1 человека в сутки получается 18 г сухого остатка экскрементов и 52—91 г сухого остатка мочи. Так как в домовые сточные воды попадают загрязнения из кухонных раковин, ваннные же воды имеют собственных загрязнений очень немного, то они разжижают клозетные и кухонные сточные воды; поэтому в конечном результате смешанные домовые сточные воды будут иметь на 1 литр воды сухого вещества меньше, чем мы подсчитали; а именно, канализационные воды г. Москвы содержат в 1 литре взвешенных веществ до 600 мг, из которых около 400 мг органических соединений; растворимых веществ до 1 г, из которого половина приходится на органические соединения.

Средний состав канализационных вод английских городов выражается следующими цифрами: в 1 литре сточной воды содержалось взвешенных веществ: неорганических—241,8 мг, органических—205,1 мг и растворимых 722 мг, из которых всего азота 77,3 мг (не считая азота, находящегося во взвешенных веществах).

По другим данным в городских канализационных водах содержится:

Воды . . . . .	от 90,89% до 99,86%
Органических веществ . . . . .	» 0,48% » 6,21%
Неорганических . . . . .	» 0,78% » 3,11%
Кали . . . . .	» 0,098% » 0,225%
Фосфорной кислоты . . . . .	» 0,066% » 0,363%
Азота в виде $\text{NH}_3$ . . . . .	» 0,080% » 0,524%
Всего азота . . . . .	» 0,185% » 0,916%

Берлинская канализационная вода содержит в 1 литре: взвешенных веществ неорганических—209,5 мг, органических—326,5 мг, растворимых веществ—850 мг, из которых—86,7 мг всего азота в растворе.

Состав сточных вод промышленных предприятий различен, но в производствах питательных веществ и напитков, как например: свеклосахарном, крахмальном, дрожжевом, а также пивоваренном и винокуренном, состав фабричных сточных вод близок к домовым сточным водам, потому что они содержат как во взвешенном, так и в растворенном состоянии много органических веществ.

Сточные воды кожевенных заводов, а также писчебумажных и целлулоидных фабрик сложнее, но по содержанию способных к гниению азотистых веществ они также близки к домовым сточным водам. Иногда смешение различных видов фабричных сточных вод улучшает состав смешенного продукта; так, например, в некоторых случаях сточные воды писчебумажных фабрик (воды от варки и промывки тряпья) содержат большое количество щелочи, а между тем воды мыловаренных заводов имеют сильно кислую реакцию. В этом случае, если спустить в городскую канализационную сеть эти оба вида сточных вод, то произойдет большая или меньшая нейтрализация их, т.-е. кислота подействует на щелочь, и воды не будут уже ни кислыми, ни щелочными, а нейтральными. В некоторых случаях сточные воды фабрик и заводов вредны содержанием ядовитых веществ; иногда они спускаются при очень высокой температуре, поэтому до спуска в общую сеть их необходимо охладить.

## Глава 9. Определение степени чистоты и загрязнения сточных вод.

Чтобы уметь очищать сточную воду, надо прежде всего знать, какие загрязнения в ней находятся и сколько их. Эти определения производятся с помощью качественного и количественного химического анализа.

Ясное представление о составе загрязнений дает количественный анализ. Однако иногда достаточно некоторых признаков качественного

анализа, чтобы судить о степени загрязнения сточной жидкости. На первом месте исследования сточных вод находится определение физических свойств их, затем исследование химического состава и, наконец, производится бактериологический и биологический анализ.

Загрязнения сточных вод находятся во взвешенном состоянии и в растворимом. Содержание взвешенных веществ определяется отфильтровыванием определенного количества сточной жидкости и высушиванием твердого остатка. От содержания взвешенных веществ в воде зависит ее прозрачность. Прозрачность воды определяется светопроходимостью через толщу воды; для этого берут стеклянный цилиндр, снабженный делениями на сантиметры (градуированный), высотой примерно 30 см и диаметром 6 см. Наливают в этот цилиндр испытуемую воду и кладут под него белую бумагу с напечатанным текстом; для этого текста берется шрифт определенного образца (Снеллена) (рис. 22). Затем смотрят в цилиндр сквозь толщу воды. Если текста не видно, то убав-

1.0

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь кое-гдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

Рис. 22.

ляют воды из цилиндра до тех пор, пока отдельные буквы текста не будут ясно видны. Высота слоя оставшейся в цилиндре воды, выраженная в сантиметрах, и будет служить обозначением прозрачности испытуемой воды. Очень грязные воды имеют прозрачность менее 1 см.

Требование Наркомздрава по отношению прозрачности сточных вод, допускаемых для спуска в естественные водоемы, выражается 5 см<sup>1)</sup>.

Прозрачность канализационных вод г. Москвы колеблется между 1,3 и 1,8 см. Прозрачность чистой воды бывает 2 метра и более. Обычно же на контрольных станциях, если вода имеет прозрачность более 30 см, то ее просто обозначают «прозрачной».

Внешний вид сточной воды на взгляд определяется следующими терминами: прозрачная, опалесцирующая, мутноватая, мутная, сильно мутная.

Сточная жидкость, сильно загрязненная органическими веществами, при комнатной температуре способна загнивать с выделением зловония. Хорошо очищенная сточная вода не должна загнивать в течение 7 дней при вышеуказанной температуре. Загнивание сточной жидкости является очень серьезным отрицательным признаком в отношении допустимости к спуску ее в естественные водоемы. У загниваемости сточной жидкости различают несколько степеней, и эти степени можно определить по запаху, который обозначается следующими терминами: землистый, илистый, гниющий, фекальный и сероводородный; последний указывает на самое плохое состояние жидкости. Но одних физических признаков недостаточно для определения степени загрязнения сточной жидкости, поэтому прибегают к химическому анализу испытуемой воды. Прежде всего определенное количество

<sup>1)</sup> Теперь это требование не обязательно.

отфильтрованной сточной жидкости выпаривают до получения сухого остатка; этот остаток взвешивают, и его количество перечисляется на 1 л. В городских канализационных водах такого остатка примерно бывает 1 г на литр. После взвешивания этого остатка его тщательно соскабливают с фарфоровой чашечки и помещают в платиновый тигель, который подвергается прокаливанию. Органические вещества при этом прокаливании сгорают и улетучиваются, а минеральные остаются в тигле в виде золы; эта зола называется остатком по прокаливанию, а то, что сгорело, называется потерей при прокаливании и есть органическая составная часть сухого остатка.

Взвешенные вещества, оставшиеся на фильтровальной бумаге, подсушиваются до постоянного веса и тогда вывешиваются на химических весах; вычитая из этого веса предварительно определенный нами вес чистой фильтровальной бумаги, мы получим вес взвешенных веществ, находившихся во взятом нами количестве сточной жидкости; это число также перечисляется на 1 литр; в сточной жидкости Московской канализации содержится на 1 л примерно 600 мг взвешенных веществ.

Чтобы определить количество органических веществ, находящихся во взвешенном состоянии, фильтровальную бумажку, о которой мы только что говорили, сжигают, и остаток по сжиганию прокаливают; остаток по прокаливании взвешивают; он составляет минеральную часть взвешенных веществ; его вес перечисляют по отношению к 1 л. В сточной воде московской канализации во взвешенном состоянии на 1 л приходится примерно 400 мг органических и 200 мг минеральных веществ.

Содержание органических веществ в сточной жидкости определяется также по количеству кислорода, необходимого для окисления (минерализации) этих веществ. Для этой цели употребляется химическое вещество марганцево-кислый кали, иначе называемый хамелеоном. Это вещество довольно свободно отдает часть своего кислорода на окисление присутствующих в воде органических веществ и при этом меняет свой цвет до полного обесцвечивания. Количество марганцево-кислого калия, пошедшего на окисление органических веществ, находящихся в сточной воде, перечисляется на 1 л сточной жидкости, и это количество называется «окисляемостью по хамелеону». Иногда окисляемость выражается по кислороду, ушедшему на окисление органических веществ, тогда говорят «окисляемость по кислороду»; она всегда в 4 раза меньше окисляемости по хамелеону. Окисляемость неочищенных сточных вод достигает нескольких сот мг хамелеона на 1 л испытуемой жидкости.

Чрезвычайно важно также знать содержание белковых веществ находящихся в сточной жидкости, так как они именно способны загнивать с выделением неприятного по запаху газа—аммиака. Для этой цели определяют количество азота, содержащегося в сточной жидкости. При очистке сточных вод органические вещества, содержащие азот, окисляются до солей азотистой и затем азотной кислот; поэтому, присутствие в очищенной сточной жидкости этих солей указывает на то, что сточная жидкость подверглась уже очищению. Содержание азотисто-кислых солей

указывает на то, что процесс уже начался, но еще не окончился, а присутствие азотно-кислых солей указывает, что минерализация органических веществ произошла полная; чем больше азотно-кислых солей, тем лучше эффект очистки воды. В хорошо очищенной городской канализационной жидкости содержание азотной кислоты доходит до 120 мг на 1 литр и более.

Для степени загрязнения сточной жидкости характерно содержание в ней поваренной соли, так как в человеческой моче всегда присутствует эта соль; она определяется по хлору, который входит в ее состав. В сточной воде московской канализации содержится 80 мг хлора на 1 литр. Количество хлора, найденное в 1 литре сточной жидкости, может до некоторой степени указывать на концентрацию сточной жидкости, потому что поваренная соль, содержащаяся в сточной жидкости, не терпевает никаких изменений при очистке сточной воды, и содержание ее зависит лишь от степени разжижения домовых нечистот.

При анализе фабричных сточных вод встречаются также те химические вещества, которые употребляются при производстве; напр., при крашении тканей, а также при хромовом дублении кож в сточных водах попадают недопустимые к спуску в естественные водоемы соли хрома и т. п. В анализе сточной жидкости должны быть указаны даже следы таких веществ, как, например, соли тяжелых металлов, которые совершенно не допустимы к спуску в естественные водоемы.

Рядом с химическим анализом сточных вод необходимо производить и бактериологический анализ, который указывает на степень загрязнения сточной жидкости бактериями. Обычно указывается количество всех бактерий, заключающихся в одном куб. см сточной воды, т. к. в воде более загрязненной органическими веществами больше и микроорганизмов. В одном куб. см городской канализационной воды насчитывается несколько миллионов микроорганизмов, среди которых встречаются бактерии, вызывающие инфекционные заболевания. При определении степени чистоты и загрязнения сточных вод имеют особое значение показательные виды бактерий, которые свойственны определенной степени загрязнения; так, например, одни виды микроорганизмов живут лишь в очень грязной воде, другие в загрязненной посредственно, третьи лишь в более или менее чистой воде, четвертые лишь в исключительно чистой воде. Таких показательных бактерий очень много, и присутствие одних и отсутствие других может характеризовать степень загрязнения сточной жидкости. Это будет уже качественный бактериологический анализ.

Но и бактериологического анализа недостаточно при изучении характера сточных вод. Одновременно с микроорганизмами при этом изучаются также более высоко организованные растительные и животные организмы (водные цветковые растения, черви, коловратки, водные клещи, ракообразные, насекомые и их личинки и т. д.). Это будет биологический анализ, который идет глубже; при биологических исследованиях мы изучаем естественный водоем по флоре и фауне, населяющей его в различные времена года, и изучаем планктон и бентоз.

Зная жизнь населения водоема во все четыре времени года, мы будем иметь довольно полное представление о степени его загрязнения и, может быть, даже больше, а именно: откуда эти загрязнения происходят, когда и в каком виде они появляются.

## Глава 10. Самоочищающая способность почвы и естественных водоемов.

Исстари было известно, что мертвые организмы, находясь в почве, постепенно без вреда населению разлагаются и исчезают. Точно также любой хозяйке известно, что если отойти на десяток шагов от дома и вылить на почву лохань с помоями, то загрязнения, находящиеся в помоях, вместе с водою распределяются тонким слоем по почве и скоро обезвреживаются, потеряв совершенно запах и не вызвав каких бы то ни было осложнений. С другой стороны, также хорошо известно, что если те же помои сливать в какую либо яму и там сохранять, то они вскоре будут выделять зловонные газы, что сделает присутствие их совершенно невозможным для соседних обитателей. Научкой доказано, что, как в первом случае, так и во втором происходят процессы при участии микроорганизмов, при чем в первом случае, когда жидкие нечистоты распределяются по поверхности почвы тонким слоем, действуют микроорганизмы при участии кислорода атмосферного воздуха и поэтому называются аэробными бактериями, а во втором случае также происходит процесс при участии микроорганизмов, но таких, которые живут без воздуха и называются анаэробными бактериями. Первые бактерии, поглощая кислород воздуха, окисляют органические загрязнения, составляющие мертвую органическую материю, и превращают ее в вещества минеральные, так например: сложные белковые вещества загрязнений минерализуются до соединений азотистой и даже азотной кислоты, а крахмалистые и сахаристые вещества, окисляясь, постепенно превращаются в углекислоту и воду; сложные органические вещества, содержащие серу, окисляются до солей сернистой и серной кислот и т. д. Все процессы, происходящие здесь, носят характер окислительный.

Совершенно другое происходит в яме, наполненной жидкими нечистотами; если еще и наблюдаются окислительные процессы в верхних слоях жидкостей, находящихся в соприкосновении с атмосферным воздухом, то далее, в глубину, мы уже наблюдаем совершенно другие процессы, которые подобны разложению органического вещества, происходящего без доступа воздуха; здесь белковые вещества восстанавливаются до свободного аммиака и даже до элементарного азота. Сложные сернистые соединения также восстанавливаются с выделением вонючего газа—сероводорода; так же, как и на болотах, выделяется болотный газ, и все это вместе создает такую зловонную атмосферу, что около этой ямы чрезвычайно неприятно даже проходить мимо. Но этого мало, в жидкости, разлагающейся с выделением зловонных газов, живут и злокачественные микроорганизмы, служащие возбудителями заразных болезней, как брюш-

нотифи  
микро  
бактер  
кость  
в бли  
возбуд  
демии  
вылива  
в ней,  
Этим с  
и еще  
родские  
ные рас  
чем мел  
тем бла  
врежива  
аэробны

Есл  
ния поп  
то эта ж  
а раство  
частички  
ный в н  
эти орга  
так как  
происход  
и серово

Есл  
грязнени  
окажут  
кислород  
химическ  
по об'ем  
дений, в  
рода, ры  
тельно  
загрязне  
личество  
1 литр.

В с  
робные с  
к поверх  
жению о  
и пруд  
нельзя  
дне тако

ногифозные, дизентерийные, а во время холерных эпидемий и холерные микроорганизмы. Все эти возбудители относятся также к анаэробным бактериям; опасность их заключается в том, что, проникая вместе с жидкостью в подпочвенные воды, они заражают и эти последние. Поэтому, в ближайших к этим ямам грунтовых колодцах почти всегда находятся возбудители желудочно-кишечных заболеваний, а в случае холерной эпидемии и холерные вибрионы. Таким образом, если на поверхности почвы выливать сточную жидкость тонким слоем, то загрязнения, находящиеся в ней, обезвреживаются совершенно безопасно для здоровья человека. Этим свойством почвы люди воспользовались уже много лет тому назад, и еще в XVIII столетии в Эдинбурге, старинной столице Шотландии, городские нечистоты спускались на поля, на которых выращивались огородные растения. Чем почва более раздроблена (распахана и разборонена), чем мелкозернистее ее строение и чем проницаемее она для жидкости, тем благоприятнее она для обезвреживания нечистот. Все процессы обезвреживания сточной жидкости на поверхности почвы происходят с помощью аэробных организмов и при участии кислорода атмосферного воздуха.

Если сточная жидкость, содержащая в себе органические загрязнения попадет в естественный водоем, например, в пруд со стоячей водой, то эта жидкость выделит часть своих взвешенных веществ на дно пруда, а растворимые вещества и не выпавшие на дно мелкие и мельчайшие частички органических загрязнений будут отнимать из воды растворенный в ней кислород и с помощью аэробных микроорганизмов окислять эти органические загрязнения. На дне же, где кислорода будет меньше, так как он очень скоро поглотится органическими веществами, будут происходить анаэробные процессы с выделением болотного газа, аммиака и сероводорода.

Если объем пруда очень большой, а количество органических загрязнений сравнительно не большое, то эти загрязнения совершенно не окажут никакого влияния на качество воды в этом пруде: количество кислорода, растворенное в воде, очень мало уменьшится; в таком пруде химический анализ дал бы содержание растворенного в воде кислорода по объему 8—10 куб. см на 1 литр воды. По данным опыта и наблюдений, в воде, заключающей в себе менее 4—5 куб. см на литр кислорода, рыба уже не может жить; поэтому, если в пруд, имеющий сравнительно небольшой объем, поступает большое количество органических загрязнений, то рыбы в нем уже не будет; ясно, что в этом случае количество кислорода, растворенного в воде, падает ниже 4 куб. см на 1 литр.

В случае большого количества загрязнений, попадающих в пруд, аэробные бактерии в нем совершенно гибнут и, если встречаются, то ближе к поверхности и в небольшом количестве. Главная же работа по разложению органических веществ будет принадлежать анаэробным бактериям, и пруд превратится в грязное болото, из которого ни в коем случае нельзя брать воду не только для питья, но даже и для хозяйства. На дне такого пруда будет отлагаться ил, который постепенно превращается

в уже не гниющий и представляющий из себя гумозные вещества, на подобие чернозема.

Лучше дело обстоит с естественным протоком—ручьем или рекой: там тоже органические загрязнения, поступающие в реку, частью находятся во взвешенном состоянии, частью в растворе. Взвешенные вещества выпадают на дно лишь в тех местах, где скорость течения воды незначительна, а в местах реки, где вода движется очень скоро, они несутся вместе с нею вперед. По пути своего движения в массе воды органическая часть взвешенных веществ, благодаря аэробным бактериям и растворенному в воде кислороду, окисляется и делается безвредной для человека. На дне же реки происходят те же процессы, что и на дне пруда.

Когда в реку сразу поступает большое количество органических загрязнений, как например, с фабрик и заводов, то возможно, что и многоводная река не сразу справится с этими загрязнениями и обезвредит их. Смешение грязных вод с чистыми происходит довольно медленно, и бывают случаи, что загрязнения, пущенные даже в большую реку в одном пункте, заметны еще на протяжении 20—30 километров вниз от этого пункта загрязнения и даже далее. Но все же в конце концов, хотя и на большом расстоянии, но водоем, если он мощный, справляется с этими загрязнениями, и на известном расстоянии их уже нельзя открыть. Такой процесс, при котором грязные воды, спущенные в естественный водоем, на известном расстоянии совершенно обезвреживаются, называется естественным самоочищением водоема.

Случаев, когда малая река не справляется с большим количеством спускаемых в нее загрязнений, очень много: в довоенное время река Яуза в г. Москве, река Клязьма у Орехова-Зуева, река Уводь у г. Иванова-Вознесенска и проч. Когда в этих местах была развита промышленность, то сточные воды, спущенные в эти реки, поглощали весь кислород, который был растворен в речной воде, и превращали названные реки в открытые сточные канавы. Даже Волга у г. Твери, принимая грязные фабричные воды б. Тверской мануфактуры, загрязняется ими. Названная фабрика, расположенная на берегу реки Тьмаки, в 1½ верстах от р. Волги, спускает ежедневно около 2.000.000 ведер грязных вод в реку, в которой около фабрики нет уже и признаков присутствия рыб. Несмотря на мощность р. Волги около г. Твери, загрязнения, вносимые в Волгу рекой Тьмакой, остаются неизжитыми ниже города еще примерно на 30 километров. По новейшим исследованиям, у г. Твери и ниже в р. Волге наблюдается следующая картина: ближе к ее правому берегу идет масса загрязнений, внесенных рекой Тьмакой со всеми химическими веществами, которые были спущены с фабрик б. Тверской мануфактуры, со своей микрофлорой и микрофауной, со своей температурой, совершенно не похожими на химический состав, микрофлору и микрофауну воды р. Волги, пришедшей с верхнего течения. Тут интересно также отметить, что река Тверца, впадающая в Волгу у г. Твери, несет свои воды на некотором протяжении в Волге совершенно самостоятельно, также со своим химическим составом и физическими свойствами (холодная, прозрачная)

со своей микрофлорой и микрофауной, держась в реке Волге ближе левого берега. Таким образом Волга у г. Твери и ниже состоит из трех самостоятельных рек: ближе к правому берегу по поверхности реки течет массив воды реки Тьмаки, теплый и загрязненный, а ближе к левому берегу и ко дну другой массив, холодной, прозрачной и совершенно не загрязненной воды реки Тверцы. В остальных местах реки идет вода верховьев р. Волги, немного желтоватая благодаря своему болотному происхождению, довольно чистая, с небольшим содержанием солей, свойственных пресным водам. Хотя Волга около Твери довольно многоводна и в обычное время имеет расход 170 куб. метров в 1 секунду, а река Тьмака, вместе с грязными водами б. Тверской мануфактуры, в обычное время не дает и 1 куб. метра в секунду, и река Тверца тоже вносит с собой небольшую струю,—все же, только пройдя почти 30 километров, можно было установить, что произошло полное смешение всех трех струй. Такое же явление наблюдали американские ученые на реке Миссисипи, которая недалеко от города Сент-Луи в несколько десятков раз многоводнее, чем Волга у г. Твери, и все же в массе ее воды можно найти воду ее притока, р. Миссури, а в реке Миссури, ниже впадения в нее р. Иллинойс, можно найти струю этой последней. С течением времени и эти все воды перемешиваются, и следов вод других рек в Миссисипи уже не наблюдается.

Самоочищение естественного водоема от внесенных в него загрязнений городскими канализационными или промышленными сточными водами произошло бы значительно скорее, если бы мы могли хорошо перемешать сточную воду с массой речной воды. Это тем более относится к прудам и озерам, где скорость движения воды ничтожна или совсем отсутствует, поэтому естественное смешение и самоочищение идут еще медленнее.

Однако, мы должны отметить очень интересное явление быстрого самоочищения вод озера Селигер у берегов г. Осташкова. Сильно развитая кожевенная промышленность в этом городе дает о. Силигер огромное количество сильно загрязненных сточных вод; однако, уже сравнительно на небольшом расстоянии от берега, вредное влияние этих загрязнений на воду озера совершенно не сказывается.

## Глава 11. Предварительная обработка сточной жидкости.

Очень немногие виды сточных вод загрязнены до такой степени, что достаточно выделить из них известную часть взвешенных веществ, и они уже будут в таком состоянии, что могут быть спущены в естественные водоемы. В большинстве же случаев сточную жидкость приходится предварительно обработать с помощью механического отстаивания или химического осаждения, или прибегнуть к иному методу подготовки сточной воды к окончательной ее очистке.

К числу сточных вод, очищаемых одним отстаиванием, принадлежат фабричные конденсационные воды, т.-е. такие воды, которые образуются от сгущения водяных паров. Банные и прачечные воды, при большом расходе

воды, например, при употреблении на каждого моющегося в бане 10—12 ведер (123—147 литров) воды, а в прачечной, включая и полоскание белья—60—100 ведер на 1 пуд грязного белья (45—75 литров на кг), могут быть спущены после химического осаждения. Некоторые виды промышленных сточных вод, как например, промывные воды при мойке картофеля на крахмальных и паточных заводах, или при промывании грязных бураков на свекло-сахарных заводах, при употреблении на эту операцию большого количества воды, также иногда могут быть допущены к спуску в естественные водоемы после отстаивания их.

Городские же канализационные воды, а также почти все виды фабрично-заводских сточных вод подвергаются механическому отстаиванию или химическому осаждению лишь в качестве предварительной обработки. Окончательная же очистка сточных вод, содержащих в себе в большинстве случаев огромное количество органических загрязнений, производится обыкновенно путем окисления этих органических загрязнений при содействии микроорганизмов в присутствии кислорода воздуха; такие методы носят название биологических. В некоторых случаях очистки промышленных сточных вод приходится прибегать к комбинированным методам, применяя сначала механическое отстаивание, затем химическое осаждение и, наконец, биологическую очистку. В самые последние годы стали употреблять, как метод предварительной обработки сточной жидкости, осаждение взвешенных веществ с помощью вдувания воздуха в присутствии активного ила. В этом случае кислород воздуха питает аэробные бактерии, живущие на частичках осевшего ила, состоящего из органических веществ. Здесь воздух вместе с активным илом играют роль коагулянта—вещества, увлекающего за собой взвешенные загрязнения на дно отстойника.

### **Методы механической обработки.**

**а) Решета, сита, центрофуги.** При входе сточной жидкости на очистную станцию, она прежде всего встречает на своем пути решетку, расстояние между стержнями которой делается в зависимости от размеров плавающих частей, которые желают удерживать на этой решетке (примерно, 4 см). Так как жидкость проходит непрерывно, безостановочно, то с решетки постоянно удаляются задержанные ею хворост, щепы, тряпки и пр. На больших очистных станциях очистка решеток производится механически с помощью особых граблей, приводимых в движение электромотором. Обычно эти вещества на очистной станции выкатываются на вагонетках на площадки для подсушивания. В Москве, как мы уже говорили, эти плавающие предметы особой машиной раздробляются в мелкие кусочки и идут вместе со сточными водами к месту их обезвреживания.

Если желают удерживать не только плавающие вещества, но и взвешенные большей или меньшей крупности, то ставят решетку с прозорами меньшего размера.

Для этой же цели употребляют решета и сита, размер отверстий которых зависит от крупности взвешенных веществ, которые желают

удержать на этих приспособлениях <sup>1)</sup>. На решетках и ситах можно задерживать до 20% взвешенных веществ; поэтому сточная жидкость, прошедшая через них, еще сильно загрязнена.

Конструкция этих сооружений с годами усовершенствовалась; стали применять подвижные сетки. В особенности широкое распространение получили всевозможные сетчатые барабаны и центрофуги. Существует два метода отделения взвешенных веществ с помощью подвижных сит, барабанов, центрофуг и проч.: первый, употребляющийся с давних пор, называется сухим методом; в нем взвешенные вещества подсушиваются и превращаются в более или менее сухую массу и затем удаляются вручную или с помощью механических приспособлений <sup>2)</sup>.

По второму методу, называемому мокрым, взвешенные вещества, отброшенные на периферию вращающегося барабана, смываются сточной жидкостью и удаляются в отстойник для дальнейшей обработки, а осветленная сточная жидкость спускается в естественный водоем.

В ситах и барабанах первого типа обычно отверстия для пропуска воды делаются такого размера, чтобы уловить лишь крупные взвешенные вещества, прошедшие сквозь решетку. Задержанные предметы удаляются механически, складываются в вагонетки и отвозятся на особые площадки, на которых они подсушиваются. Наиболее распространены сита Ринша. Если подсушенные взвешенные вещества содержат влаги 30% и менее, то они могут быть сожжены в обыкновенных топках.

Во Франкфурте на Майне, Ганновере и некоторых Американских городах для выделения более мелких взвешенных частиц применяют центрофуги—особые аппараты, состоящие из двух цилиндров: наружного, неподвижного сплошного, и внутреннего, вращающегося вокруг своей оси и снабженного на цилиндрической поверхности дырами. Оба цилиндра сверху открыты, а снизу имеют сплошное дно. Внутренний вращающийся цилиндр несколько меньшего диаметра, чем наружный неподвижный. Сточная вода поступает во внутренний цилиндр, который вращается со скоростью 600—800 оборотов в минуту. Более крупные взвешенные вещества во время быстрого вращения внутреннего цилиндра, вследствие центробежной силы, отбрасываются на его поверхность, а мелкие—вместе с водой уносятся через дырочки стенок вращающегося цилиндра, или в других конструкциях через его дно и оттуда по желобу идут далее в очистные устройства. Вещества, осевшие на стенках внутреннего цилиндра, настолько уплотняются, что от времени до времени вращение цилиндра приостанавливают, и осадки со стенок механически удаляются особыми лопатами или ножами.

При обработке вод механическими приспособлениями, в очищенной воде остается большая часть взвешенных веществ, и совершенно не изме-

1) В некоторых аппаратах подобного рода взвешенные вещества удерживаются сначала на ситах с большими отверстиями, а затем с меньшими, доходящими в диаметре до 1 миллиметра.

2) Одна из подобных машин, а именно центрофуга сист. Schäefer—ter Meer'a с успехом работала на сливной станции за Спасской Заставой в Москве.

няются растворимые органические загрязнения, вследствие чего этот метод рассматривается, как подготовительный для очистки сточных вод.

На рис. 23 изображена станция для механической очистки сточных вод с вращающимися барабанами, работающими по мокрому методу, в гор. Индианополисе (Сев. Америка).

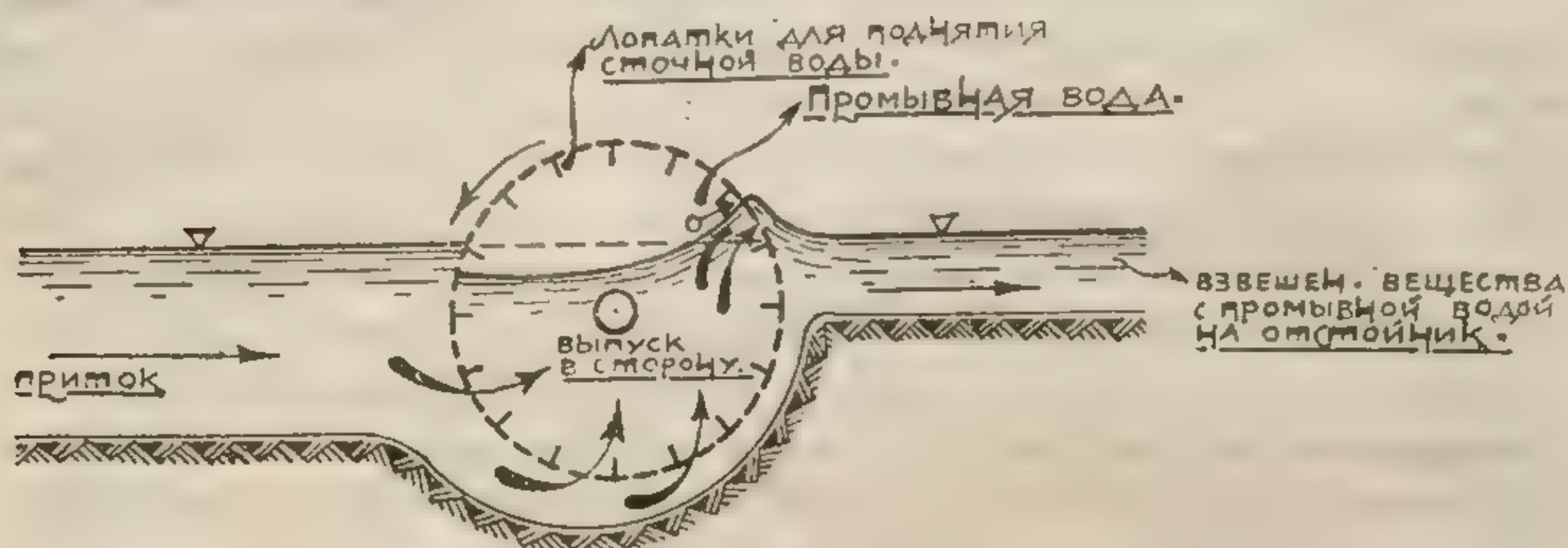


Рис. 23.

Однако, в виду дороговизны устройства сооружений для окончательной очистки сточных вод, и, в особенности, вследствие дорого стоящей эксплуатации этих сооружений, некоторые города спускают свои сточные воды после механической обработки прямо в реки.

Г. Нью-Йорк с пригородами стоит перед задачей очистки двухсот миллионов ведер сточных вод в сутки от населения более чем 7.000.000 и склоняется к применению метода механической очистки<sup>1)</sup>. Г. г. Индианополис и Бостон применяют механическую очистку в большом масштабе.

В таких случаях города идут заведомо на спуск грязных вод в естественные водоемы и возлагают работу по окончательной очистке сточных вод на самоочищающую способность естественных водоемов.

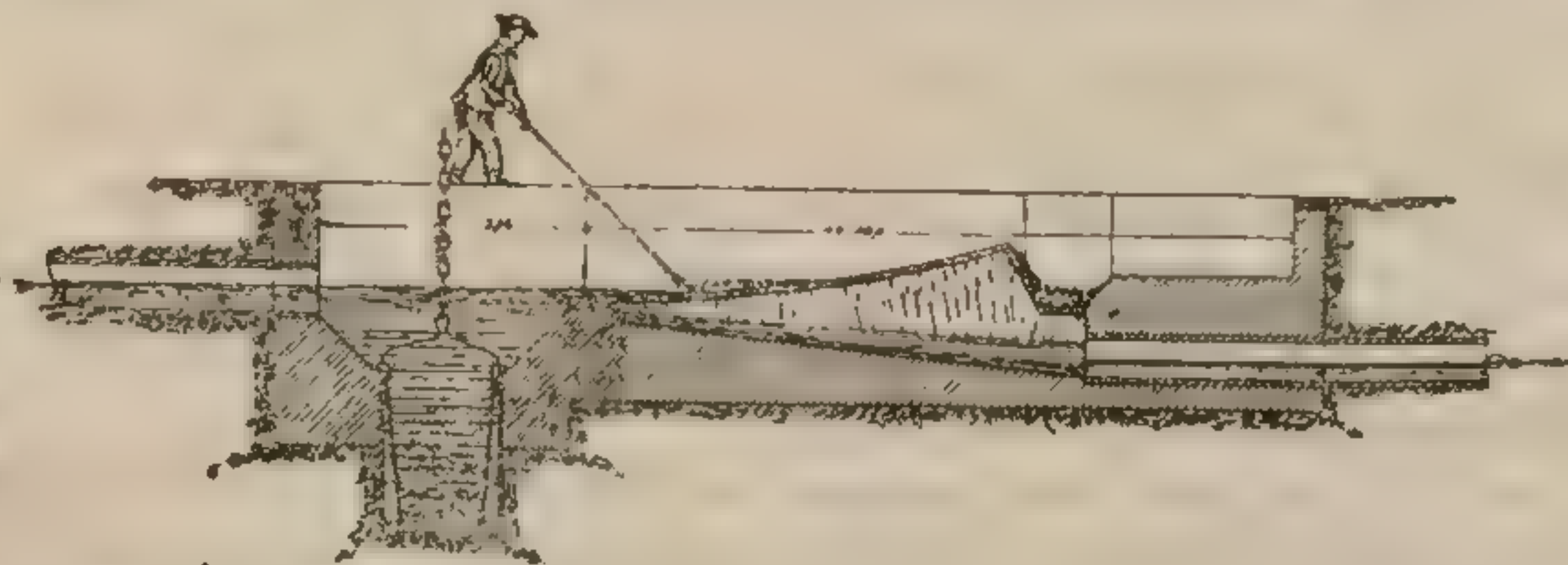


Рис. 24.

б) **Песочники.** Сточная жидкость, подходя из канала к колоде, в котором поставлена решетка, естественно уменьшает скорость своего движения, вследствие препятствия, которое оказывает решетка. Благодаря уменьшению скорости, из сточной жидкости выпадают удельно тяжелые вещества, как песок, гравий и пр. Для того, чтобы их удобнее собирать, между каналом и решеткой сделано удлиненное углубление, в котором эти тяжелые предметы и задерживаются. Это сооружение называется песочником или песколовкой (рис. 24).

<sup>1)</sup> До последнего времени Нью-Йорк спускал свои сточные воды в естественные водоемы без всякой очистки.

Чтобы задержать только тяжелые вещества, скорость движения жидкости в песочнике бывает равна 300 мм в секунду; глубина песочника делается, примерно, в 25 см. Остальные размеры рассчитываются, принимая во внимание секундный расход протекающей сточной жидкости.

От времени до времени песочник с подобным удлиненным углублением чистится. Обычно он состоит из двух одинаковых частей, из которых одна работает, а другая очищается. Песочник имеет важное значение при общесплавной канализации, когда во время дождей и ливней вода смывает с дворов, улиц и площадей большое количество песка, гравия и других предметов; в большие ливневые дни по каналам европейских городов, имеющих общесплавную канализацию к песочникам приносится водою до 3% и более песка и других тяжелых предметов по отношению к нормальному суточному количеству сточных вод.

При раздельной канализации песок и тяжелые вещества попадают лишь из раковин от промывки овощей и с помоями от мытья полов; в этом случае в песочник попадает лишь очень небольшое количество тяжелых предметов, и сам песочник делается небольших размеров.

**в) Жироуловители.** В городскую канализацию из ресторанов и общественных столовых, больших кухонь при казармах, больницах и пр. поступает много жира, который очень ухудшает работу сооружений для очистки сточных вод; вследствие этого, а также и в экономических интересах жиры стараются задержать до поступления их в канализацию. С этой целью в кухнях или в вышеназванных учреждениях ставятся особые приборы для задержания жира, которые называются жироуловителями или сальными горшками. В Германии с этой же целью в некоторых городах установлены большие жироуловители на очистной станции, где жир собирается вместе с другими легкими веществами и затем извлекается с помощью бензина или сероуглерода, в которых он растворяется, и употребляется для разных технических целей. Но эта утилизация жиров оказалась мало выгодной и широкого распространения не получила. На рисунке 25 изображен разрез жироуловителя системы Кремера, установленный близ Берлина и в друг. городах.

Вода сначала поступает на крышку *f*, распределяется по аппарату с помощью отверстий *e* и проникает в центральный сосуд. По пути вода встречает направляющую поверхность *k*, которая поворачивает направле-

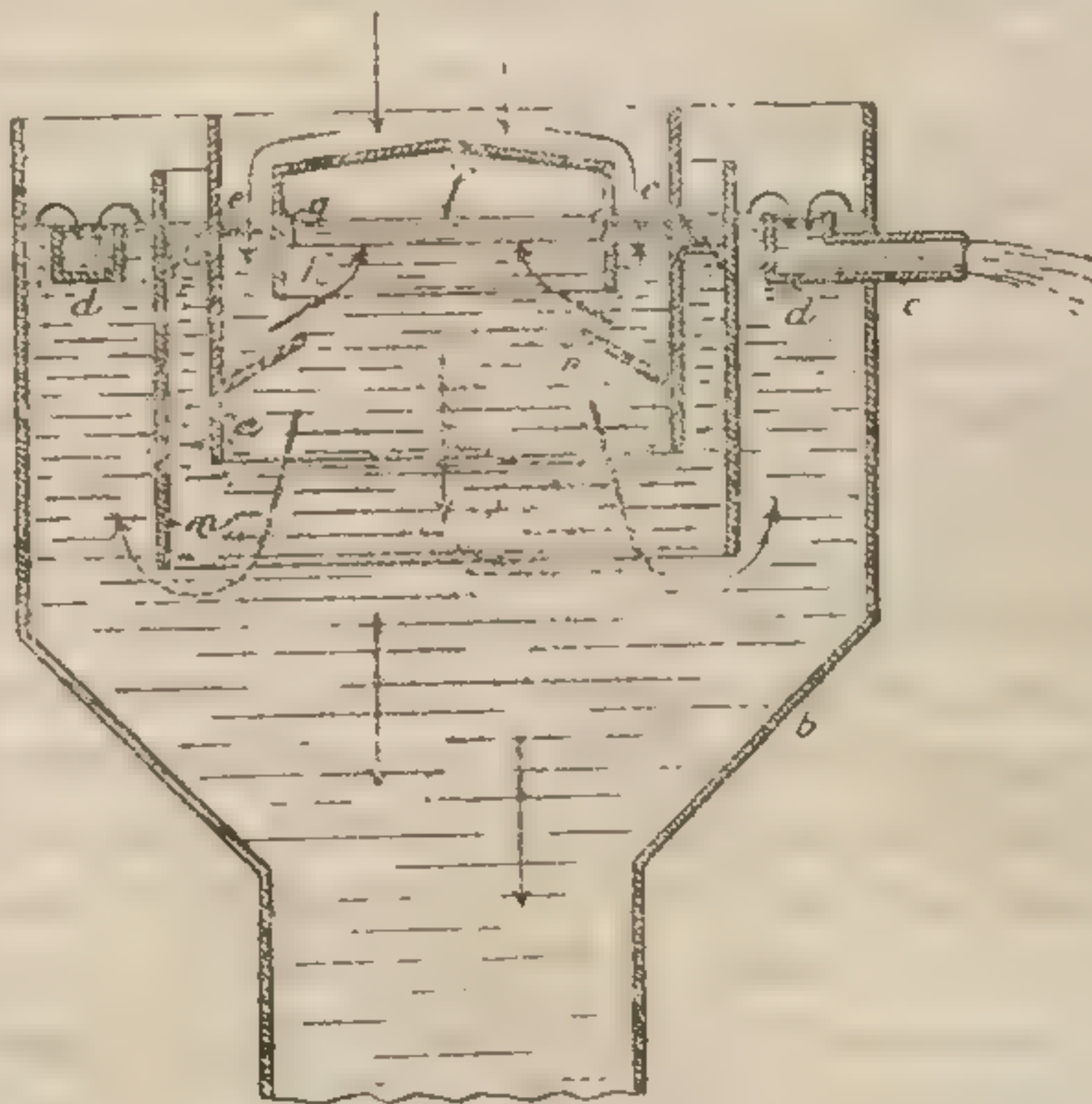


Рис. 25.

ние движения воды кверху. При этом легкие взвешенные вещества поднимаются под крышку *f* и образуют здесь более или менее толстый слой жира. Тяжелые же частички спускаются ниже. Вода, выделив жир, движется по указаниям старелок к отверстиям *d*. Поверхность, занимаемая аппаратом Кремера, равна 15 квадр. метрам; его высота от 1,2 до 2 метров; производительность до 1.000 куб. метров сточной жидкости в сутки. Этим аппаратом можно задержать до 80% жира. Если жир, уловленный в аппарате, не отделяют от других взвешенных частиц, с которыми он бывает смешан, то эту смесь подсушивают и в виде брикетов употребляют как топливо. Жир же, извлеченный из всплывшей смеси, употребляется на выделку мыла и свечей. По анализам сточных вод Московской канализации в нее попадает ежедневно несколько сот пудов жира, при чем в голодные годы это количество значительно уменьшилось. Утилизация жира из канализационной жидкости, по практике западно-европейских городов, не дала экономических выгод, но она оказывала благотворное влияние на дальнейшую очистку сточных вод, так как жиры заполняли поры между частичками почвы в полях орошения или в фильтрующем материале биологических окислителей, мешая таким образом дыханию аэробных микроорганизмов. Хотя они и способны разлагаться биологически, но этот процесс очень медленный; поэтому отложившиеся на фильтрующем материале частички жира приостанавливали временами очистку сточных вод.

г) **Отстаивание.** Так как взвешенные вещества при очистке сточных вод на почвенных фильтрах или биологических окислителях оказывают очень вредное влияние, то решет и сит совершенно недостаточно, поэтому прибегают чаще всего к отстаиванию. Опыт показал, что совершенно не требуется жидкости стоять в покое для того, чтобы выделить из себя большую часть взвешенных веществ.

Если на очистной станции поставить резервуар и дать ему такие размеры, чтобы сточная вода двигалась в нем со скоростью 4 мм в секунду, то большая часть взвешенных веществ выпадает на дно в течение первых 15—20 минут; обычно выпадает 65—70% всех взвешенных веществ. Дальнейшая задержка сточных вод в осадочном бассейне еще на  $\frac{1}{2}$  часа или на 1 час увеличит эффект отстаивания лишь на 1 или на 2%. При увеличении скорости движения жидкости в осадочном бассейне до 15 и даже до 20 мм в секунду эффект освобождения жидкости от взвешенных веществ может еще достигать 55—65%, дальше же 20 мм скорость движения жидкости в отстойнике увеличивать не следует. В больших очистных станциях осадочные бассейны делают до 50 метров длины, 10 метров ширины и до 3 метров глубины; такой отстойник может обслужить станцию на 6—10 тысяч куб. метров сточной жидкости в сутки. На рис. 26 изображен тип горизонтального осадочного бассейна. Для удобства чистки его от осадка, отстойник делится продольной вертикальной перегородкой, и тогда во время чистки одной половины работает другая, обычно же работают одновременно обе половины. Осадок в отстойнике очень рыхлый, он содержит в себе 98—98 $\frac{1}{2}$ % воды. Отстойник указанных нами размеров будет очищаться один раз в 8—10 дней.

Если отстойник освобождать от осадка реже, то осадок может загнивать, и продукты разложения гнилостного процесса, в особенности масляная кислота, будут очень вредить дальнейшей очистке сточных вод. На больших очистных станциях такие отстойники строятся в несколько отделений, при чем очистка производится поочередно по одному из них, а остальные находятся в работе. При очень малых скоростях движения жидкости в отстойнике на дно его выпадает больше взвешенных веществ, но зато самый осадок рыхлее того, который выпадает при больших скоростях. Плотность осадка прямо пропорциональна скорости движения сточной жидкости в отстойнике. А чем плотнее осадок, тем легче он обезвреживается при дальнейшей его обработке; поэтому, ради

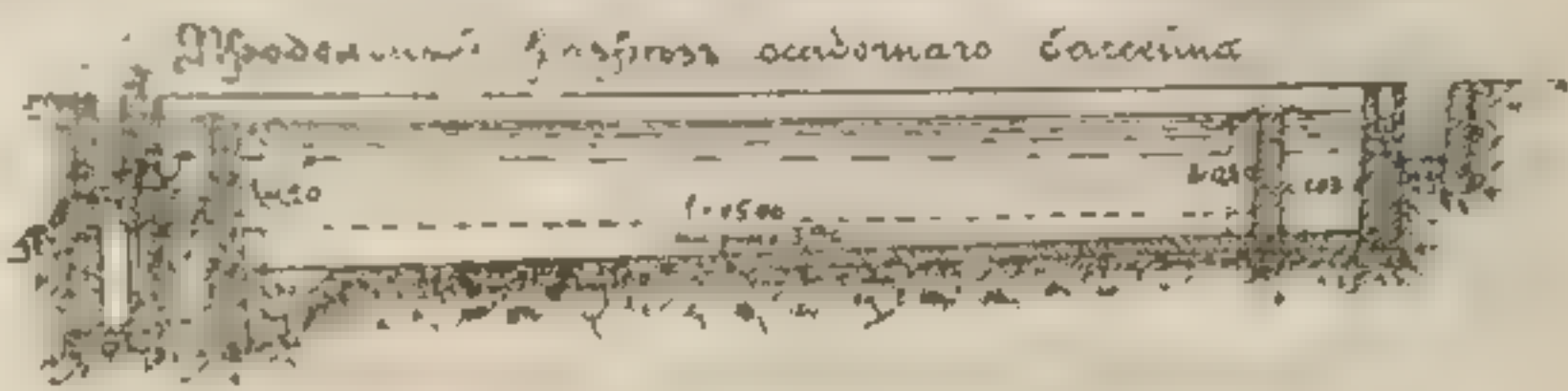


Рис. 26.

удобств эксплуатации станции, никогда не задаются максимальным эффектом отстаивания, а принимают во внимание и качество самого осадка.

Отстаивание во многих случаях является более рациональным, чем пропускание сточной жидкости сквозь решета и сита.

Если в отстойник будет поступать из канализационной сети сточная жидкость с более низкой температурой, чем в нем самом, то эта вода пойдет в нем по низу; обратно, если к отстойнику подойдет сточная жидкость более высокой температуры, чем в нем самом, то сточная вода пойдет в нем ближе кверху.

Для удобства спуска осадка из отстойника дно его делается наклонным, при чем оно поднимается от начала отстойника вперед. Более глубокая часть отстойника делается впереди потому, что в первые минуты прохождения в нем жидкости осадка выпадает больше, а в конце отстойника осадок уже почти не выделяется. Отстойник устраивают таким образом, чтобы осадок из него, который иначе называется илом, удалялся к месту своего обезвреживания самотоком по трубопроводу, снабженному клапаном, который по мере надобности открывается или закрывается.

## Глава 12. Химическое осаждение.

С 70 годов прошлого столетия в английских городах, принимавших в канализацию большое количество фабричных сточных вод, стали применять на городских очистных станциях для выделения осадка химические реактивы и, главным образом, гидрат окиси извести. Прибавка химических веществ к сточной воде имеет целью способствовать выделению взвешенных веществ. Этот процесс при очистке водопроводной воды называется коагуляцией и заключается в том, что нерастворимые частички прибавляемого химического вещества увлекают за собою при примесях к сточной воде взвешенные загрязнения на дно осадочного резервуара. По новейшим исследованиям процесс коагуляции заключается в том, что час-

тички нерастворимого химического вещества всегда заряжены другим электричеством, нежели взвешенные частички в загрязненной жидкости. Вследствие этого частички, заряженные разноименным электричеством, притягиваются друг к другу, свертываются т. е. уменьшают свою поверхность по отношению к своему объему, делаются удельно тяжелее и поэтому падают на дно. Это явление распространяется и на очень мелкие частички, имеющие коллоидальный характер, поэтому химическое осаждение осветляет сточную жидкость до очень высокой степени. Однако этот метод совершенно не уменьшает количества органических веществ, растворенных в жидкости; напротив того, избыток гидрата окиси извести иногда растворяет в себе часть крахмала и декстрина, находившихся в жидкости во взвешенном состоянии.

Кроме гидрата окиси извести в качестве химических реактивов употребляется железный купорос, железные и алюминиевые квасцы, серно-кислый глинозем, хлористое железо, хлорное железо и пр.

В 80 и 90 годах прошлого столетия в Англии, где этот метод имел особенно широкое распространение, было взято сотни патентов на подобные вещества, которые рекламировались с поразительной настойчивостью.

Однако химическое исследование этих веществ показало, что главными составными веществами их были все те же реагенты: известь, квасцы и другие вышеупомянутые химические соединения. Иногда в этих патентованных средствах встречалась отмученная глина, каменноугольная мелочь, высушенная животная кровь. Все эти вещества, конечно, имели некоторое полезное значение, но не оправдывали тех средств, которые приходилось платить предпринимателям за патент.

Химическое осаждение более применимо для фабричных сточных вод, когда химическое вещество можно выбрать в соответствии с теми загрязнениями, которые попадают в промышленные сточные воды. В Англии, 40 лет тому назад, именно потому и процветал этот способ, что к городским канализационным водам было очень много примешано сточных вод с фабрик и заводов. Такие крупные промышленные города как Бирмингем, Лидс, Глазго, Манчестер принимали в свои городские канализационные воды до 40% фабричных сточных вод, поэтому там так легко привился метод химического осаждения.

В зависимости от степени загрязнения сточных вод химические вещества прибавлялись в такой пропорции: гидрат окиси извести от 25 грамм до 275 грамм на 1 куб. метр сточной жидкости, железный купорос 20—85 грамм на 1 куб. метр грязной воды. Химические вещества обыкновенно прибавляются в комбинации, например: гидрат окиси извести с железным купоросом или с сульфатом алюминия <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Эти вещества растворяются отдельно в небольших резервуарах при 5%-й концентрации. Прибавляются они к очищаемой сточной жидкости также отдельно. Причем, если сточная жидкость имеет кислую реакцию, то сначала прибавляется раствор гидрата окиси извести; при щелочной реакции раствор нейтрализуют сначала кислотой или кислыми сточными водами, если таковые имеются в промышленных предприятиях.

В среднем к сточным водам прибавляют примерно до 70—80 грамм химических веществ на 1 куб. метр сточной жидкости. Недостаток этого метода заключается в том, что на дно осадочных резервуаров выпадает вместе с химическими веществами большое количество жидкого ила.

В предыдущей главе был описан тип отстойника, в котором жидкость движется горизонтально.

При химическом осаждении выгоднее употреблять отстойник вертикального типа, в котором жидкость движется вертикально. На рисунке 27 изображен такой отстойник в плане и вертикальном разрезе. Он представляет из себя вертикальный цилиндрический резервуар, выделанный обычно из железобетона; объем его рассчитывается по количеству сточной жидкости, которое должно пройти через него; обычно при городских водах этот объем берут равным полутора или двухчасовому объему очищаемой сточной жидкости. При некоторых промышленных водах объем отстойника приходится увеличивать до 3-х и даже до 4-х часового объема сточной жидкости.

Цилиндрический резервуар имеет в высоту 4 и более метров <sup>1)</sup> и оканчивается опрокинутым усеченным конусом, в котором собираются выпадающие из сточной жидкости осадки.

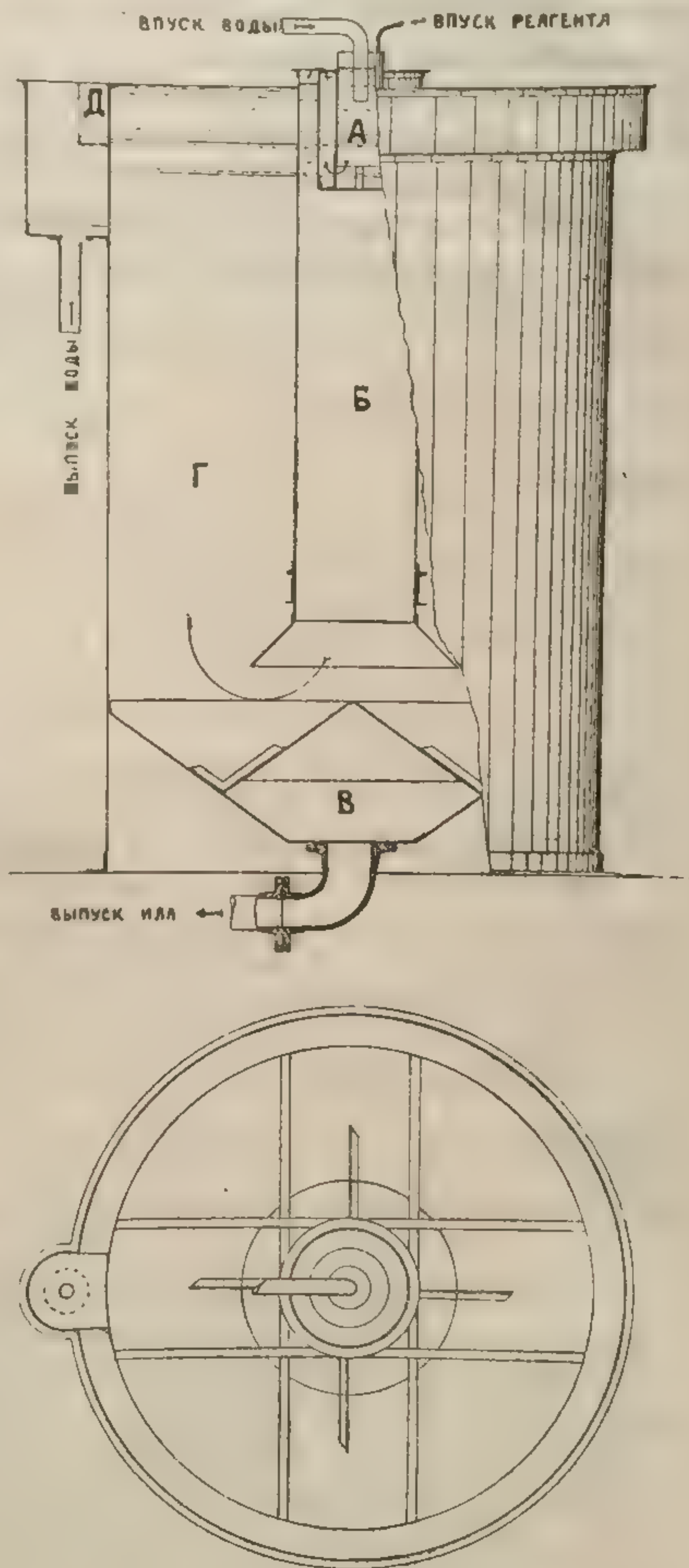


Рис. 27.

<sup>1)</sup> Диаметр цилиндра определяется расчетом. Мы знаем такие резервуары, которые имеют в диаметре 8—10 метров.

В центральной части цилиндра помещается другой цилиндр малого диаметра (меньше одного метра), который заканчивается внизу большего цилиндра; на нижней части его цилиндрической поверхности выделаны вертикальные прорезы, а под концом малого цилиндра помещен распределительный конус, как видно из рисунка.

Сточная жидкость поступает в такой отстойник по желобу и сливается во внутренний малый цилиндр, затем через прорезы этого цилиндра, а также по конической поверхности, поставленной внизу малого цилиндра, спускается в пространство между двумя цилиндрами, где она поднимается кверху с очень малой скоростью (2—4 мм в секунду), оставляя при этом тяжелые взвешенные вещества, которые попадают в нижний обратный усеченный конус, а осветленная сточная жидкость поднимается кверху и уводится из отстойника.

Химические реактивы поступают в малый цилиндр вместе со сточной жидкостью.

Опыт показывает, что для химического осаждения вертикальный отстойник дает лучшие результаты, нежели горизонтальный.

Осадок от времени до времени открытием задвижки спускается из отстойника на иловые площадки.

На 1 куб. метр сточной жидкости приходится  $3\frac{1}{2}$ —4 литра осадка. Лондон 30 лет тому назад, когда метод химического осаждения процветал в Англии, вывозил из своих осадочных резервуаров ежедневно на баркасах на расстояние примерно 70 километров от берега в море более 6.000 куб. метров (500.000 ведер) ила. Манчестер и Лидс поступали таким же образом.

Стоимость этого метода оказалась слишком дорогой, а возня с перекачкой грязного ила с санитарной точки зрения оставляла желать очень многого, поэтому метод химического осаждения не успел распространиться на континенте Европы, как уже от него стали отказываться в Англии.

На наших русских фабриках одно время стал получать распространение способ химического осаждения с отцеживанием по системе Виалья. Отстойник состоит из двух резервуаров. Осаждение происходит в первом резервуаре, куда поступает смесь сточной воды и химического реактива. Здесь выпадает главная масса осадка. Дальнейшее отделение осадка или сцеживание происходит в другом резервуаре; здесь, по мнению автора этого способа, очищенная вода скользит тонким слоем сверх массы воды, которая остается неподвижной, благодаря ряду перегородок, имеющих в втором резервуаре. Осадок выпадает на дно и продвигается к пониженной части резервуара, а отсюда может быть опущен на дно первого резервуара, откуда он уже выкачивается к месту удаления и обезвреживания его. В насосном здании помещаются баки для приготовления реактивов, машины и насосы.

Наблюдения за работой осадочников Виалья на фабриках Московского и Владимирского промышленных районов показали, что они выделяют лишь 30—40% взвешенных веществ.

### Глава 13. Гнилостный процесс. Септик-танк.

Мы уже говорили, что удаление и обезвреживание осадков из отстойников и в особенности из резервуаров, в которых применяется химическое осаждение, представляет много хлопот и затруднений; поэтому отстойники пытались проектировать с таким расчетом, чтобы осадок можно было удалять пореже, а именно один раз в месяц, в 2 месяца, в 6 месяцев. С этой целью размеры отстойников увеличивали и давали им объем равный полусуточному и даже суточному количеству очищаемой жидкости. В этом случае осадок, выпадая на дно, оставался там настолько продолжительное время, что загнивал и постепенно уменьшался в объеме. Такие отстойники, в которых осадок прогнивал, получили название гнилостных резервуаров или септик-танков. Назначение их заключается в том, чтобы уменьшить количество скопляющегося на дне ила и улучшить его качество. В осадочнике ил составляет примерно 3,5—4 литра на 1 куб. метр, а в септик-танке после его прогнивания объем осадка уменьшается в 2 и несколько больше раз, он делается плотнее, теряет неприятную слизистость, которую он имел в отстойнике, и если его направить на почвенные площадки для подсушивания, то он скорее сохнет и не выделяет зловонных газов.

Прогнивание осадков происходит с помощью анаэробных микроорганизмов без доступа воздуха, при чем происходит восстановление органических веществ с выделением аммиака, сероводорода и прочих вонючих газов. Эти газы частью растворяются в сточной жидкости, частью выделяются из септик-танка. Гнилостные процессы, уменьшая объем ила в септик-танке и тем облегчая его удаление, в то же время ухудшают состав свежей сточной жидкости, протекающей над осадком, заражая ее гнилостным процессом. Продукты гнилостного распада сильно вредят сточной жидкости при дальнейшей ее обработке на биологических окислителях, поэтому септик-танку дают такую конструкцию, при которой осадок мог бы прогнивать, не заражая всю массу очищаемой сточной жидкости. С этой целью сточную воду пропускают через отстойник малой емкости, а осадок, пока он еще не загнил, спускают в ниже расположенный гнилостный резервуар, совершенно отдельный от отстойника. Неудобство такой конструкции заключается в том, что вместе с осадком из отстойника спускается в септик-танк много сточной воды. Чтобы удалить эту излишнюю воду из септик-танка ее от времени до времени удаляют насосами обратно в отстойник. И в этом случае, хотя и не постоянно, свежая сточная жидкость заражается гнилостным процессом.

Немецкий инженер Имгоф придумал более остроумную конструкцию септик-танка, совсем почти не заражающего протекающую в нем сточную жидкость.

## Глава 14. Эмшерские колодцы.

Конструкция Имгофа получила название Эмшерского колодца, потому что эти сооружения первоначально строились на юге Германии в промышленном районе, расположенном в долине реки Эмшер. Как видно на рис. 28, Эмшерские колодцы представляют из себя цилиндрические резервуары, дно которых скошено на конус и предназначено для накопления осадка; вверху же этих колодцев и посреди их проложены желоба из двух наклонных стенок, между которыми внизу остается щель. Сточная жидкость,

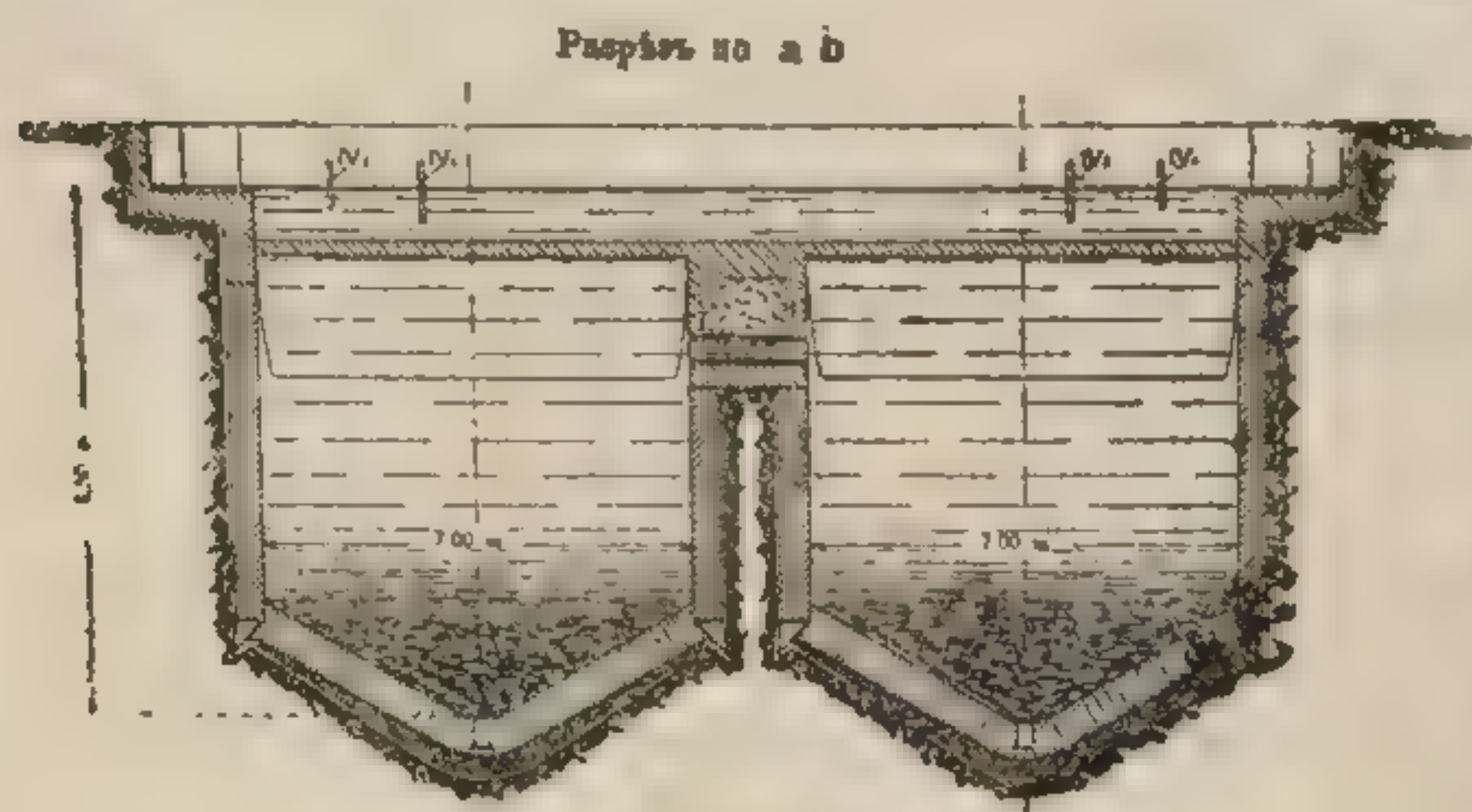


Рис. 28.

протекая по этим желобам с небольшой скоростью, оставляет в них до 60% взвешенных веществ, которые проваливаются в щель или, если и накапливаются в желобе, то от времени до времени выбрасываются вниз, для чего одна стенка желоба делается откидной. Таким образом, в Эмшерском колодце сточная жид-

кость оставляет большую часть своих взвешенных веществ и не заражается септическим (гнилостным) процессом, происходящим на дне колодца.

Гнилостное разложение осадка представляет из себя процесс брожения, которое по новейшим исследованиям идет в две фазы: в первой фазе микробы разлагают нерастворимые части осадка и превращают их в соли жирных кислот, а во второй фазе другой вид микробов разлагает соли жирных кислот и переводит их в газообразные продукты, среди которых наибольшее количество (70—75%) метана, затем водород (5—9%), остальное количество—углекислота и азот.

В старом септик-танке брожение шло успешно лишь в первой фазе; соли же жирных кислот накапливались в прогнивающем осадке; поэтому газообразование шло медленно, и неразложившиеся соли жирных кислот в сильной степени мешали дальнейшей обработке сточных вод на биологических окислителях.

Химик К. Н. Корольков в только что опубликованной его работе («Распад осадка сточной жидкости в анаэробных условиях». Москва 1926) на основании многократных опытов приходит к выводам, что процесс превращения осадка в Эмшерском колодце в горючие газы идет значительно легче при температуре около 30° Ц. С этой целью выгодно для ускорения процесса искусственно подогревать осадок до этой температуры. Принимая объем осадка 0,3% от объема сточной жидкости, мы получим на 1 миллион ведер (12.300 куб. м)—3.000 ведер (37 куб. м) осадка в сутки. Это количество осадка, по тем же исследованиям К. Н. Королькова, дает объем газа в 10 раз больший, т.-е. 370.000 литров.

В некоторых случаях утилизация светильного газа, получающегося от брожения осадков Эмшерских колодцев, могла бы представить некоторый материальный интерес.

Для подогревания осадка в нижней части Эмшерского колодца устанавливается змеевик, в который пускается горячий пар, а для уловления газа над желобом делают куполообразный свод, под которым собирается газ и затем по трубопроводу отправляется по назначению.

Эмшерские колодцы получили в последнее время очень широкое распространение, и на больших станциях их устанавливают целыми десятками. Диаметр круглого колодца делается в 6—8 метров, а глубина в 4—6 метров. Прогнивший ил удаляется из нижней части колодца один раз в 3—4 месяца<sup>1)</sup>. Как и в септик-танке он уже теряет свою липкость и делается более плотным, чем в осадочнике; содержание воды в этом иле 93—95%, в то время как в иле осадочников 98—98½%.

Эмшерские колодцы, так же, как остойник и септик-танк, не могут служить методами для окончательной очистки сточных вод. Они представ-

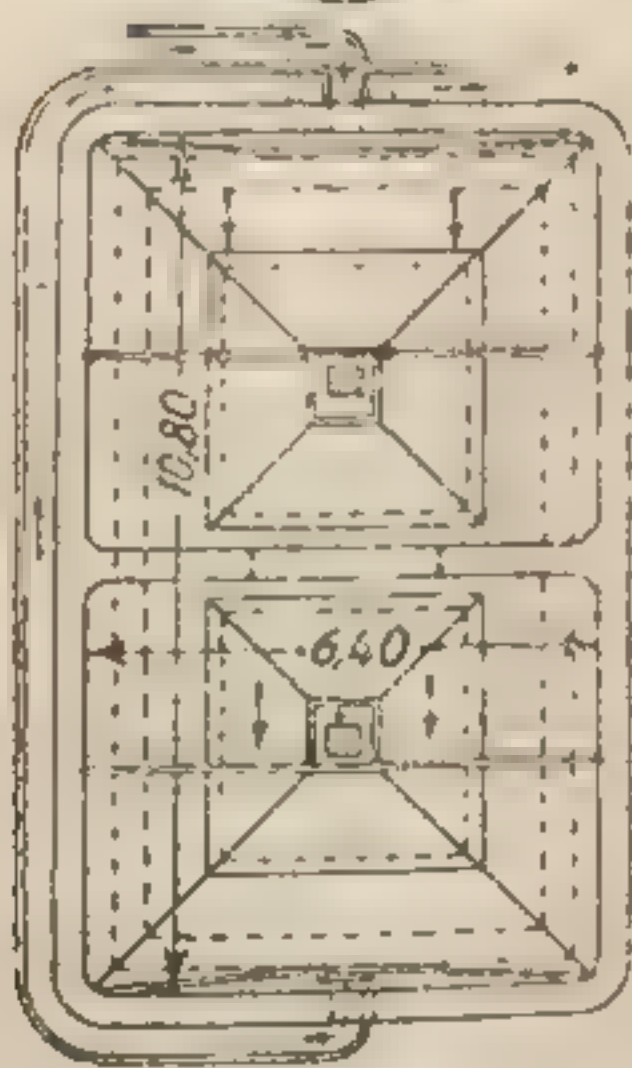
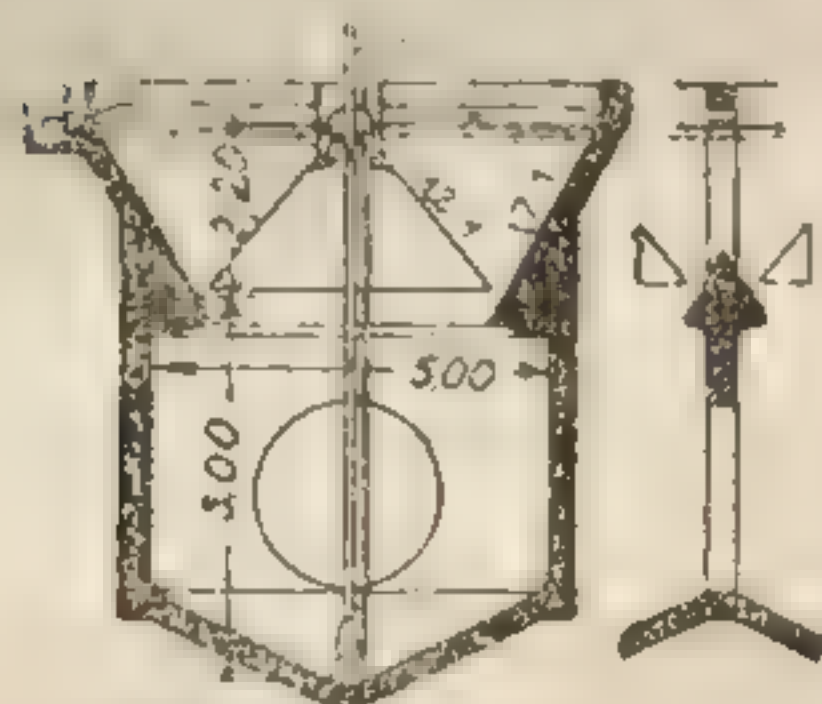


Рис. 29.

ляют из себя очень остроумное сочетание отстойника и септик-танка и для предварительной обработки сточной жидкости являются очень хорошими сооружениями. Эмшерские колодцы получили распространение не только в Германии, но и в Англии, а также и у нас в СССР. Особенно же широкое применение они получили в Соед. Шт. Сев. Америки, где они подверглись конструктивным изменениям, а именно, желоба были развиты до очень большого поперечного сечения; форму же их, кроме цилиндрической, стали делать и с

квадратным поперечным сечением. На рис. 29 и 30 изображены типы американских Эмшерских колодцев с квадратным и закругленным сечением. Такая конструкция улучшает выпадение взвешенных веществ. На рис. 31 изображены детали Эмшерских желобов.

Прямоугольные Эмшерские колодцы более экономно размещаются и строятся обычно в один или два ряда, при чем один от другого отделяются лишь перегородками.

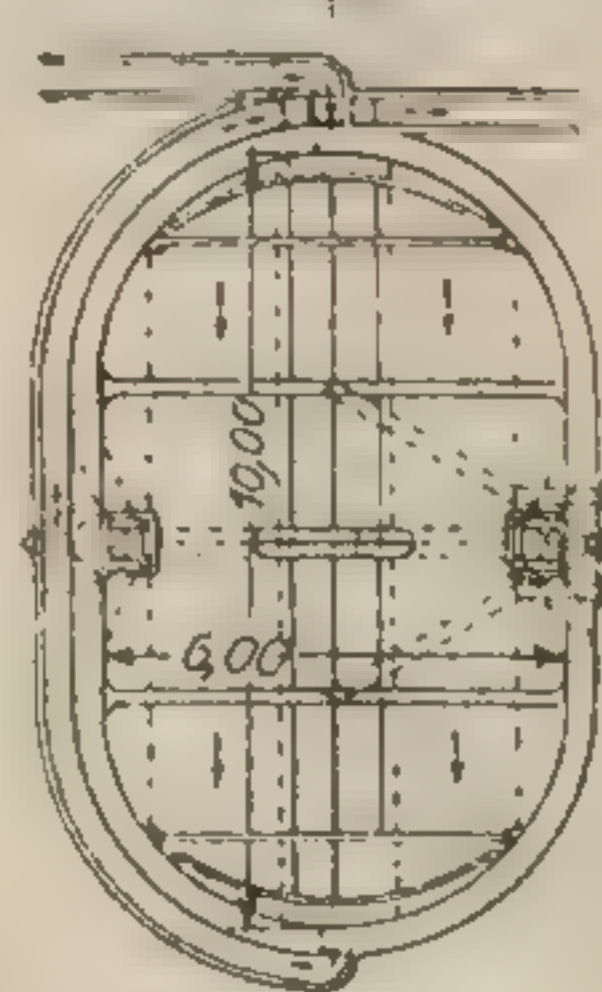
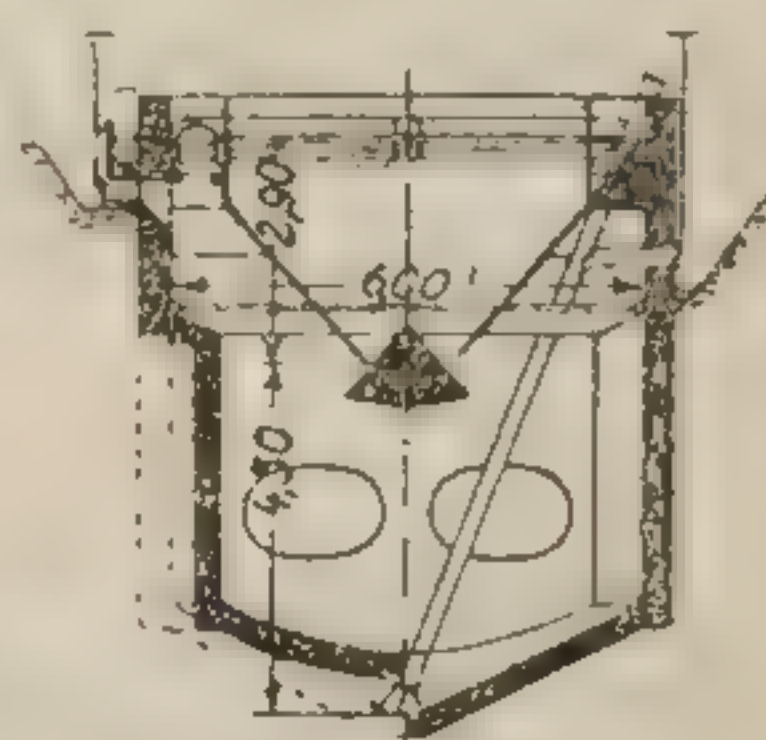


Рис. 30.

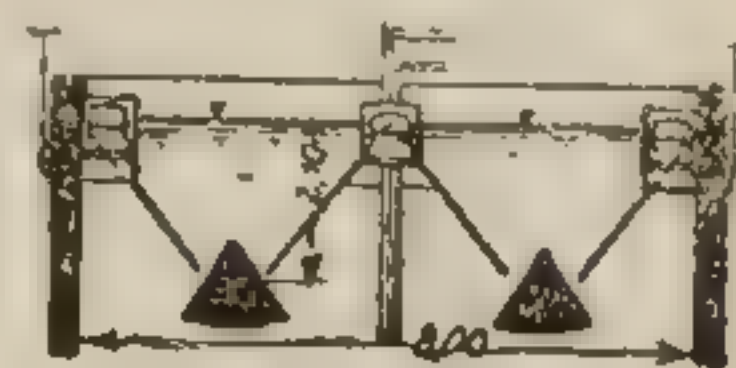


Рис. 31.

1) В настоящее время предпочитают выпускать осадок каждый день по небольшой порции. Так как осадок спускается со дна Эмшерского колодца, то ко времени его спуска он делается совершенно прогнившим.

Для усиления процесса брожения в пространство, где находится ил, пускают по змеевику отработавший пар, который искусственно поднимает температуру ила примерно до 30° Ц.

В некоторых городах Западной Европы для предварительной обработки сточной жидкости установлены особые аппараты Тревиса, которые также представляют из себя соединение идеи отстойника и септик-танка. Сточная жидкость проходит сначала осадочный бассейн, а затем попадает в септик-танк, который Тревис назвал гидролитическим танком; внутри его расположено большое число наклонных плиток, на которых осаждаются взвешенные вещества и постепенно продвигаются вниз; падая на дно, они там прогнивают, а осветленная сточная жидкость протекает далее над пластинками.

### Глава 15. Пластинчатый окислитель Дибдина.

Химик Лондонского графства Дибдин еще в 1884 г. очень отчетливо говорил, что при очистке сточных вод следует пользоваться исключительно аэробными процессами и предложил впоследствии особый аппарат для предварительной обработки сточной жидкости, который назвал пластинчатым окислителем. Как видно на рис. 32, пластинчатый окислитель

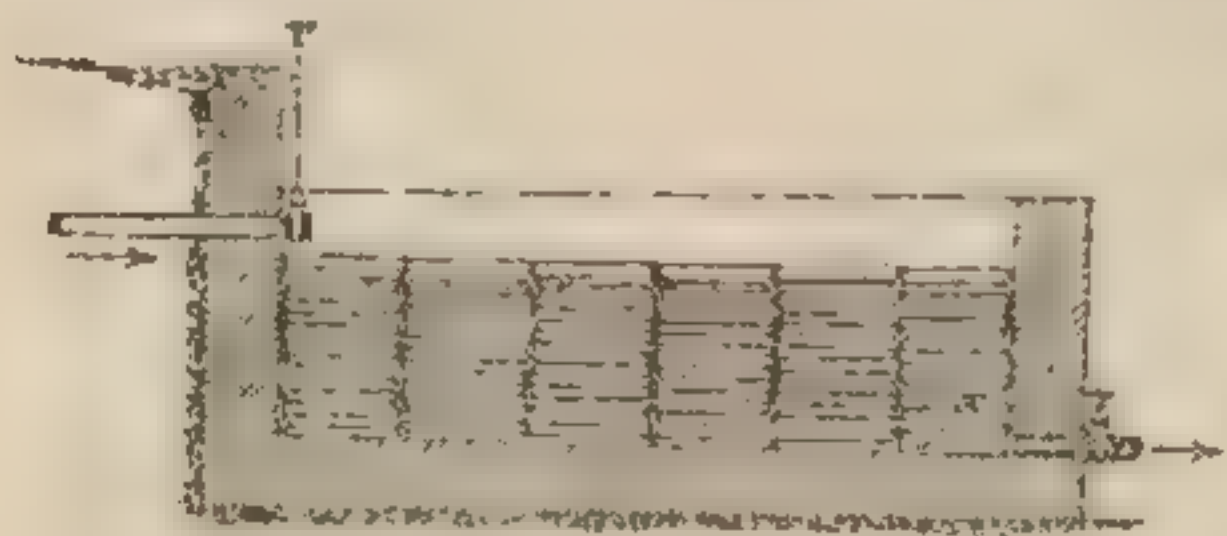


Рис. 32.

представляет из себя сплошной резервуар, который загружен пластинами из шиферного сланца. В этот резервуар наливается сточная жидкость и оставляется там в покое в продолжении двух часов. В это время большая часть взвешенных веществ осаждается на поверхности пластин,

а осветленная жидкость сливается и идет далее на биологический окислитель. Когда сточная жидкость выпущена, на ее место вступает атмосферный воздух, кислород которого поддерживает в иле, отложившемся на пластинах, аэробные процессы. Через небольшой промежуток времени сточная жидкость снова вливается в этот резервуар и снова осветляется, выделяя на пластины большую часть своих взвешенных веществ. Когда пластинчатый окислитель вработается, то в отложившемся иле, кроме громадного количества микроорганизмов находят также множество мелких червей, монад, бактериальных зооглей и пр. Ил пластинчатого окислителя постепенно изменяется, и органические вещества, способные окисляться при обыкновенной температуре, на биологических сооружениях постепенно превращаются в землистое, гумозное вещество, неспособное к гниению; с течением времени пластинчатый окислитель в сильной степени заполняется отложениями, и его водоемкость уменьшается настолько, что места для новых порций сточной жидкости в резервуаре почти не хватает. Тогда пластинчатый окислитель очищают от осадка и снова пускают в дело. В последнее время с введением метода аэрации в присутствии активного ила окислитель Дибдина не строится.

## Глава 16. Способ Дегенера.

В небольших городах Германии: Потсдаме, Шпандау, Тегеле и др. для очистки сточных вод применяется метод, состоящий в прибавлении к очищаемой жидкости угольной или торфяной мелочи вместе с гидратом окиси извести; при этом происходит не простая коагуляция, а также и поглощение частичками угля или торфа находящихся в растворе сточной жидкости органических веществ. Далее мы узнаем, что этот процесс притяжения (адсорбции) в полной мере происходит на полях орошения и биологических окислителях, здесь же этот процесс происходит в значительной мере слабее; все же опыт показал, что после прохождения через сточную жидкость мелких частичек бурого угля или торфа вместе с взвешенными загрязнениями из сточной жидкости извлекается до 30% и более растворимых органических веществ. Способ Дегенера дает очищенную жидкость вполне осветленную и не загнивающую. К недостаткам этого способа относится огромное количество осадка, достигающее 25 л и более на 1 куб. метр, т.-е. в 6 раз больше, чем при отстаивании. В Германии этот метод применяется для окончательной очистки сточных вод, хотя по количеству оставшихся неочищенными растворимых органических веществ его следует отнести лишь к методам предварительной обработки сточной жидкости. Метод Дегенера представляет из себя переходную ступень от механических и химических методов очистки сточных вод к биологическим, потому что угольная мелочь не только коагулирует сточную жидкость, но и извлекает из раствора (адсорбирует) часть растворимых органических веществ, что характерно для биологических методов.

## Глава 17. Биологические методы очистки сточных вод.

Для окончательной очистки сточных вод, содержащих органические вещества, мы не знаем иного способа кроме биологического, если принять во внимание санитарные требования об охране естественных водоемов. Все попытки удовлетвориться механической обработкой или химическим осаждением не привели к возможности получения во всех случаях не-загнивающего продукта.

Из европейских государств Англия была самая строгая в отношении санитарных требований по охране своих естественных водоемов. Это отчасти объясняется тем обстоятельством, что в Великобритании нет больших рек, а в то же время города очень большие по населению и с сильно развитой промышленностью. В течение 60 лет в Англии были испытаны все указанные методы, при чем одно время в английских городах широко применялись методы химической обработки сточных вод, но опыт показал, что, несмотря на дороговизну этого метода, он все же не давал вполне удовлетворительных результатов, и лет 20—25 тому назад такие крупные города, как Лидс, Манчестер, Бирмингем выкинули все свои устройства по химической очистке сточных вод и перешли к биологическим методам.

Правда, что в самые последние годы снова появился интерес к применению химических веществ для очистки сточных вод, но уже с совершенно новым подходом к этому вопросу. Тут сыграла крупную роль новая теория об электрических зарядах различных взвешенных и растворимых веществ, находящихся в сточных водах. Некоторое влияние на очистку сточных вод оказала также и теория концентрации ионов водорода. Наконец, заброшенный было совсем метод применения электрического тока к очистке сточных вод снова появляется, но уже совершенно в другом освещении. Мы не можем подробно останавливаться на этих всех методах, потому что



С. Н. Виноградский.

практически они еще не установились. Биологические методы <sup>1)</sup>, получившие широкое практическое применение, состоят из:

- а) Полей орошения.
- б) Почвенных фильтров.
- в) Биологических окислителей.

На поля орошения сточная жидкость обычно поступает прямо из канализационной сети без предварительной обработки. Перед напуском на почвенные фильтры сточную жидкость иногда подвергают отстаиванию; на биологические окислители сточная жидкость всегда поступает после отстаивания или химического осаждения. В исключительных случаях, когда нужно достигнуть очень высокой степени очистки сточной жидкости, после биологического окислителя очищенные продукты идут

еще на почвенные фильтры, как это имеет место в пределах охранной зоны Московского водопровода <sup>2)</sup>.

К трем указанным методам биологической очистки за последние 10 лет прибавился четвертый—вдувание атмосферного воздуха в очищаемую сточную жидкость.

Ниже мы увидим, что иногда прибегают в качестве добавочного средства по очистке сточных вод на биологических окислителях к рыбным прудам; рыба, питаясь донной фауной, способствует также очистке сточных вод.

<sup>1)</sup> Инж. Технолог Ф. А. Данилов. «Биологическая очистка городских домовых и фабричных сточных вод». Москва 1912 г. издание 2-е.

<sup>2)</sup> Площадь, с которой поверхностные воды стекают к реке, служащей для водоснабжения города, или к подземному бассейну, в который заложены колодцы, питающие водопровод, подвергается со всем своим населением особому санитарному надзору и называется охранной зоной. Если источником водоснабжения служит большая река, например, Волга у Саратова или Астрахани, то пределы и характер охранной зоны изменяются.

Мы знаем, что рыбы могут жить лишь в воде, в которой растворено не менее 4 куб. см кислорода на 1 литр; поэтому сточную жидкость, прошедшую биологические окислители, приходится разбавлять свежей водой для того, чтобы в ней могла жить рыба.

Биологическими методами можно достигнуть очень благоприятных результатов, обычно же сточную воду очищают до той степени чистоты при которой, согласно санитарным законам и местным условиям, она является допустимой к спуску в естественные водоемы.

Процессы биологической очистки сточных вод как на полях орошения и почвенных фильтрах, так и на биологических окислителях, в аэротанках и на аэрофильтрах в существенном совершенно одинаковы. В этих процессах действующими факторами являются физические и химические свойства фильтрующего материала и самих сточных вод, а также живые существа, среди которых главную роль играют микроорганизмы, а кроме того принимают участие различные виды монад, инфузорий, коловраток, личинок насекомых, червей и прочих существ, всегда находящихся на биологических сооружениях и в очищаемых биологическим методом сточных водах.

Пористость фильтрующего материала как на полях орошения и почвенных фильтрах, так и на окислителях, имеет огромное значение, потому что этот материал обладает способностью притягивать на свою поверхность из сточных вод приходящие с ним в соприкосновение органические вещества как взвешенные, так и находящиеся в растворе. Этот процесс притяжения назван проф. Дунбаром адсорбцией в отличие от процесса поглощения пористыми телами газов, который называется абсорбцией. Главная цель биологических сооружений заключается в устранении загниваемости сточных вод, т.-е. в устранении разложения белковых веществ с выделением зловонных газов.

Если белковые вещества окисляются, т.-е. соединяются с кислородом воздуха, то получаются соли азотистой и затем азотной кислоты, при чем выделения зловонных газов не происходит.

Ученые показали, что как процессы восстановления, так и окисления в огромных размерах распространены в природе, при чем восстановление бывает всегда там, где нет притока свежего воздуха, а окисление наблюдается всегда там, где к органическому веществу есть доступ свежего воздуха.

Шварц, Варингтон, Виноградский и др. исследователи с очевидной убедительностью доказали, что все эти процессы химического изменения органического вещества всегда происходят при участии микроорганизмов, при чем там, куда нет доступа воздуха, получают обширное развитие микроорганизмы анаэробные; напротив, в тех местах, где органические вещества приходят в соприкосновение с воздухом, развиваются микроорганизмы аэробные.

Создавая искусственные сооружения для биологической очистки сточных вод, мы должны приложить все усилия к тому, чтобы органические вещества подвергались процессам окисления или аэробным процессам

В технике очистки сточных вод анаэробным процессом пользуются лишь в септик-танке и в прогнивателе Эмшерского колодца для разложения осадка и уменьшения его объема. В остальных сооружениях анаэробный процесс, если и бывает в некоторых частях, то исключительно по недостатку конструкций наших очистительных сооружений, а всего чаще вследствие неправильной, дурной эксплуатации их.

**а) Поля орошения.** Обезвреживание сточных вод с помощью распределения их тонким слоем на более или менее обширной площади, специально подготовленной под культуру растений,—называется способом полей орошения. Почва<sup>1)</sup> полей обрабатывается грядами, надлежащим образом планируется для правильного передвижения сточной жидкости по бороздам между грядами и снабжается искусственным дренажем для удаления воды, прошедшей почву. Орошение естественной почвы сточными водами было известно еще в XVI веке (Бунцлау—близ Лондона); более или менее правильное же устройство полей орошения появилось, как мы говорили ранее, в XVIII веке в Эдинбурге, а широкое применение они получили с третьей четверти прошлого столетия. В 1876 г. уже 64 английских города очищали свои воды полями орошения.

В СССР поля орошения устраивались с 60 годов прошлого столетия, причем из крупных городов первым был г. Одесса. Особенно же большое распространение поля орошения в СССР {получили при больницах и небольших усадьбах. В Москве с 1898 г. действуют поля орошения I очереди, общей площадью более 1000 десятин (Люблинские), а несколько лет тому назад для канализации II очереди полями орошения занят еще второй участок близ Москвы (Люберецкие), площадью в 1500 десятин.

Чтобы обезвреживание сточных вод на полях орошения происходило вполне правильно, необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) Почва полей орошения должна быть достаточно проницаемой.
- 2) Профильтрованная и обезвреженная сточная жидкость должна свободно уходить из почвы с помощью дренажа<sup>2)</sup>.
- 3) Напуск сточной жидкости на поверхность почвенного участка должен соответствовать способности этого участка обезвреживать эту

<sup>1)</sup> Исстари существовало также непосредственное орошение лугов без дренажа и без отвода излишней сточной жидкости. Такая система орошения называется поверхностным или лейчестерским орошением. При этой системе сточная жидкость частью испаряется, частью поглощается травой, в грунт же проникает очень небольшое количество профильтрованной сточной жидкости. При этом способе на одну и ту же площадь сравнительно с полями орошения потребляется значительно меньшее количество воды.

Инженер Н. Н. Николаев, посетивший в минувшем году Германию, сообщает, что в настоящее время немцы производят поверхностное орошение лугов с помощью особой системы труб, уложенных на орошаемую поверхность и снабженных особыми разбрызгивателями. Сточные воды пускаются в эти трубы под небольшим давлением. Когда орошение одного участка закончено, трубы переносятся на другой участок, и на нем повторяется то же разбрызгивание.

<sup>2)</sup> Если нет дренажа, а грунтовые воды стоят высоко, то может произойти заболачивание полей, поэтому в таком случае уровень грунтовых вод должен быть понижен хотя бы открытыми боковыми канавами.

жидкость; периоды напуска и отдыха участков также должны быть надлежащим образом рассчитаны.

4) Сточная жидкость не должна заключать ядовитых для микроорганизмов веществ в количестве, могущем приостановить биохимические процессы.

5) На полях орошения надо вести культуру растений, приспособляя, однако, напуски сточной жидкости на участки к санитарным требованиям, предъявляемым к полям орошения.

6) Сточная жидкость должна иметь температуру не менее 4° Ц. и не выше обыкновенной температуры природных вод.

Сточная жидкость, попадая на поля орошения, частью испаряется, частью усваивается растениями (летом) и частью проходит сквозь почву. Если почва хорошо проницаемая, то площади земли для полей орошения потребуется менее. Обратно—при плотно-глинистых почвах на то же количество сточной жидкости потребуется поверхности почвы больше. Способность почвы обезвреживать сточную жидкость измеряется высотой столба воды, который можно напустить на почву в течение года. В средней полосе РСФСР эта способность в зимние месяцы значительно ниже, чем в летние. Обычно считают, что в течение 7 зимних месяцев проницаемая почва может обезвредить слой жидкости высотой 1 метр, а в 5 летних месяцев втрое больше, т.-е. слой жидкости высотой в 3 метра.

Расчет площади полей очень прост. Представим себе небольшой город с населением 20.000 жителей, снабженный водою по 86 литров (по 7 ведер) на человека в сутки. Тогда в зимнее время для всей сточной жидкости, которая поступит за этот период, потребуется площадь:

$$\frac{20.000 \times 86 \times 210^1}{1.000 \times 1} = 361.200 \text{ кв. м (80.207 кв. саж.).}$$

В летнее же время, в течение 5 месяцев:

$$\frac{20.000 \times 86 \times 150}{1000 \times 3} = 86.000 \text{ кв. м (19.111 кв. саж.).}$$

Таким образом для нашего города получилось всего 447.200 кв. метров действительно орошаемой поверхности, т.-е. такой площади, на которую будет наливаться сточная жидкость, а на гребнях гряд будет произрастать растительность.

В действительности земли потребуется больше, потому что на полях орошения выделяются валы, отделяющие одни участки от других. По верхней поверхности этих валов прокладываются желоба, распределяющие сточную жидкость по участкам. Далее, на полях орошения проложены проезжие дороги, выделяются открытые канавы с откосами для удаления дренажных вод в естественные водоемы, имеются жилые дома для рабочих и служащих и пр. На все это обычно прибавляют земли до 30% подсчитанной площади. Тогда в нашем случае приходится еще прибавить 135.160

1) 210—зимних дней

кв. метров. А всего поля орошения займут 582.360 кв. метров (около 54 десятин)<sup>1)</sup>.

Поля орошения для удобства распределения сточной жидкости разделяются на участки, причем летние участки делаются такой величины, чтобы удобно было распределять по ним сточную жидкость и орошать



Рис. 33.

каждый участок через 6 дней на 7-ой, следовательно, количество летних участков должно быть кратное семи.

Зимние поля делятся также на участки, число которых может быть меньше. На рис. 33 изображен план полей орошения при Измайловской больнице. Поверхность зимних участков также обрабатывается грядами для того, чтобы зимою в бороздах над сточной жидкостью образовался

<sup>1)</sup> Если почва, назначенная для полей орошения, очень хорошо проницаема для воды, то площади для полей орошения потребуются раза в 1½ меньше.

тонкий слой льда. На этот лед выпадает снег, и далее орошение пойдет под снегом. Зимой биологические процессы идут значительно медленнее, чем летом, но так как температура сточной жидкости даже в морозы не падает ниже 4—5° Ц., жизнедеятельность микроорганизмов при такой системе орошения вполне обеспечена. Правда, весной, после спада вешних вод, поля орошения окажутся очень загрязненными осадками, и на летнее время их хорошо перепахивают и оставляют на отдыхе. В иных случаях зимние поля после обсыхания и хорошей обработки засаживаются картофелем и дают очень хороший урожай. Если лето окажется очень засушливым, то зимние поля, засаженные на лето, могут быть в течение растительного периода политы один или два раза пущенными в борозды нечистотами. Опыт показал, что более двух раз поливки не потребуется.

Существует еще метод зимнего орошения на гладких участках с намораживанием на них сточной жидкости; при этом намороженный слой может быть до 0,5 метра и более толщиной<sup>1)</sup>.

Этот метод хуже предыдущего, потому, что при нем зимою совсем не происходит биологической очистки, а весной нужно порядочно времени для таяния льда и просыхания оставшихся нечистот до той степени, когда можно будет их запахать в почву.

Хотя на полях орошения и культивируются растения, но все же интересы сельского хозяйства не вполне совпадают с интересами санитарии. Как мы уже говорили, поля орошения в совершенстве очищают сточную жидкость лишь при определенном количестве ее, допускаемом на единицу площади. Культура же растений нуждается в таком количестве удобрительных веществ, которого не хватает в орошении по вышеуказанной норме. Растения нуждаются для своего питания в калийных солях, фосфорной и азотной кислотах, которых обыкновенно не хватает в почве. А сточные воды дают эти вещества не в той пропорции, в которой нуждаются растения. Только азота в сточных водах бывает достаточно для растений. Фосфорной же кислоты примерно вдвое меньше, чем нужно, а калия втрое меньше.

Если мы будем напускать на поля сточную воду в количествах, соответствующих с потребностью в азоте, то не будет хватать калия и фосфорной кислоты. Если расчеты напуска будут вестись по потребности калия, то азота будет втрое больше, чем нужно.

Для ограждения полей орошения от ливневых и вешних вод с нагорной стороны они обносятся валиками и канавками для отвода этих вод.

На рис. 34 изображено распределение сточных вод на полях орошения с помощью канавок и щитков.

На переднем плане виден распределительный желоб, от которого сточная жидкость спускается по канавкам, выделанным в самом грунте.

Чрезвычайно важную часть полей орошения составляет дренаж. Он служит для отвода из почвы обезвреженных вод и для поступления в почву

<sup>1)</sup> Замерзшая жидкость частью испаряется, как говорят «вымораживается», причем это испарение достигает 40%

свежего атмосферного воздуха. Дренажные трубы выделяются из гончарной глины, хорошо обжигаются, но не глазируются. Наиболее употребительный тип дренажных труб имеет диаметр 75 мм; трубы эти делаются без раструбов. Трубы укладываются на глубину ниже промерзания грунта (1,5 метра в средней полосе РСФСР), уклон обычно дается—0,0025. Способ укладки дренажных труб такой же, что и сточных. Укладываются они, смотря по условиям местности и по направлению сборного коллектора, вдоль по уклону местности или перпендикулярно к этому направлению. Расстояние между трубами 5—6 метров. Чем грунт проницаемее, тем расстояние между дренажными трубами должно быть меньше. Нижние

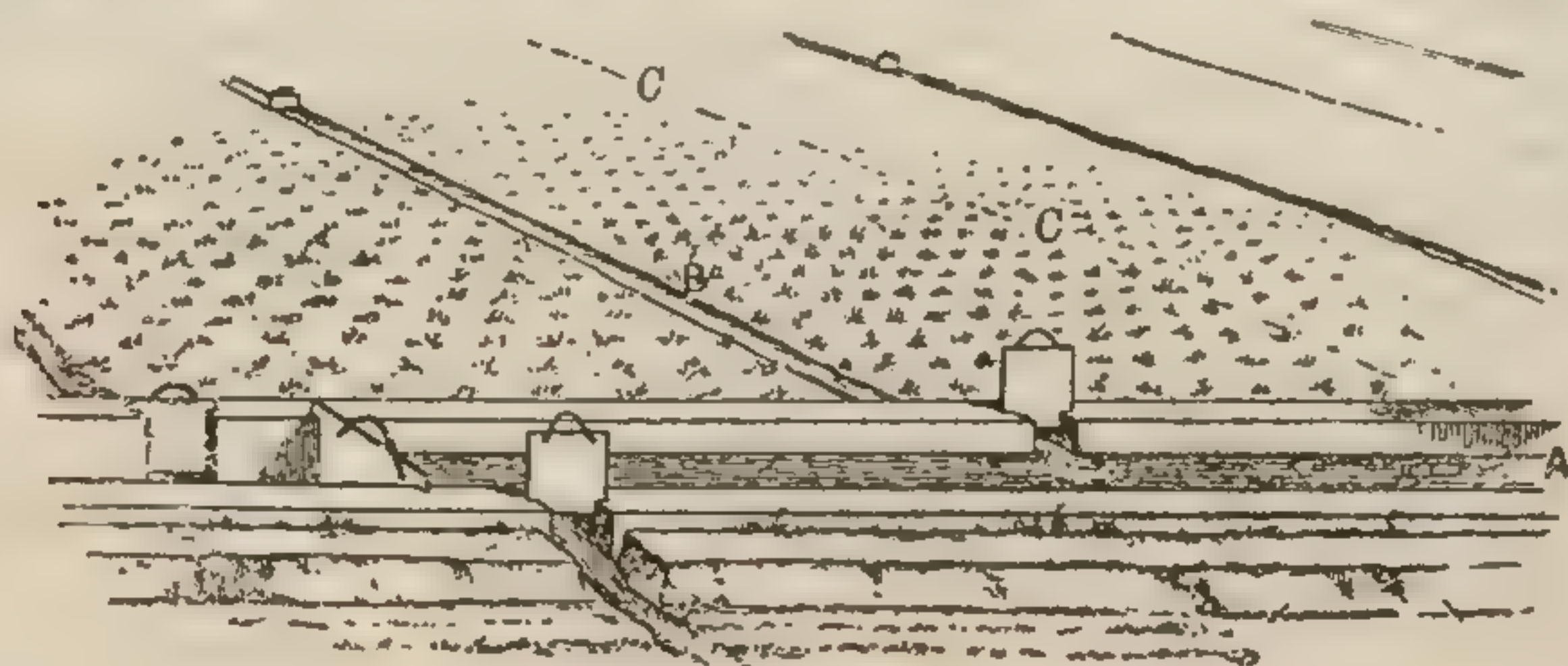


Рис. 34.

концы дренажных труб входят в сборную трубу, называемую дренажным коллектором, а над верхними концами мы ставили отвесно гончарную трубу диаметром 150 мм с колонкой для обмена воздуха в дренаже. Иногда над соединениями дренажных труб с коллектором ставят смотровые колодцы, но это не обязательно для всех дренажных линий.

Если на местности, планируемой под поля орошения, под растительной землей расположен небольшой слой глины, а затем идет песок, то полезно при устройстве полей орошения снять этот слой глины отдельно, отвести в сторону и на планировку полей его не употреблять.

Стоимость полей орошения зависит от количества земляных работ и других местных условий. Во всяком случае можно считать, что устройство 1 кв. саж. действительно орошаемой поверхности обходилось до войны от 1½ р. до 4 руб. Стоимость же содержания полей орошения в течение года обходилась от 14 до 20 коп. за 1 кв. саж. действительно орошаемой поверхности.

**б) Почвенные фильтры.** Поля орошения дают очень хорошие результаты, но требуют очень большой площади, которая не всегда имеется в наличии. Почвенные фильтры дают возможность значительно увеличить производительность полей орошения. С этой целью выбирают очень проницаемую почву для устройства почвенной фильтрации, а если таковой нет, то слабо-проницаемую почву (плотный суглинок, сплошная глина и пр.), вынимают до глубины заложения дренажных труб и заменяют ее искусственным материалом: камнем, гравием и сверху крупно-зернистым промытым песком. Верхний слой песку обрабатывается грядами, а бока

орошаемых участков обносятся валами. Почвенные фильтры отличаются от полей орошения тем, что на них совершенно не выращиваются растения, а если и появляются сорные травы, то тотчас же выпалываются.

Дренаж закладывается, так же как и на полях орошения, ниже глубины промерзания почвы, но несколько чаще, чем на полях орошения. Тупые концы дренажа также сообщаются с атмосферой с помощью вентиляционных колонок. Напуск сточной жидкости на почвенные фильтры может быть в 2—3 раза больше, чем на полях орошения. После напуска фильтры дают отдохнуть. Напуск производится один или два раза в неделю. Этот метод иногда называют перемежающейся фильтрацией. После нескольких напусков ил, накопившийся на поверхности фильтра, удаляется простыми лопатами. Зимой он накапливается толстым слоем и для подсыхания требует иногда целого месяца. Это надо иметь в виду при проектировании полей и иметь запасные участки. С течением времени фильтрующий слой так пропитывается солями, образовавшимися от окисления органических веществ, что его приходится удалять и заменять свежим материалом. Биологические процессы обезвреживания сточных вод на почвенных фильтрах совершенно такие же, что и на полях орошения.

На рис. 35 изображен участок перемежающегося фильтра, поверхность которого обработана грядами. Сточная жидкость на перемежающиеся фильтры напускается слоем толщиной 75—150 мм. Эффект очистки на этих сооружениях немного менее, нежели на полях орошения, но его можно



Рис. 35.

значительно увеличить, если перед почвенными фильтрами поставить отстойник. В этом случае большая часть взвешенных веществ будет задержана в отстойнике, и биологические процессы на поверхности почвенных фильтров пойдут энергичнее.

Интересно отметить, что если не выпалывать на почвенных фильтрах сорные травы, то они достигают гигантских размеров. Даже на откосах почвенных фильтров вырастает такая трава, что ее приходится выкашивать за лето три раза. Вместе с подсохшим осадком после каждой чистки с фильтра приходится уносить и часть песка, который понемногу под-

сыпается при выправке гряд и уклонов поверхности борозд. Весной и осенью вся поверхность фильтра вместе с грядами перештыковывается и также прибавляется часть свежего песку.

В Америке иногда обезвреживают сточную жидкость на почвенных фильтрах с предварительной обработкой ее в септик-танке.

Поверхность почвенных фильтров рассчитывается так же, как и полей орошения с тою лишь разницей, что в основу расчета кладется для зимнего орошения слой сточной жидкости высотой в 2 метра, а для летнего 6 метров. Если перед почвенными фильтрами будет поставлен отстойник, то производительность почвенных фильтров можно принять еще большей.

В 1923 г. при Ромашковской больнице Моск. Уездного Совета была устроена биологическая станция подобного типа на 600 ведер сточной жидкости, причем почва полей фильтрации песчаная, очень хорошо проникаемая. Перед полями фильтрации сооружен отстойник объемом около 5 куб. метров, а площадь полей фильтрации спроектирована равной 460 кв. метров; из осадочника спускается на особую иловую площадку, площадью 100 кв. метров. Осадок удаляется 1 раз в месяц.

За три года эксплуатации очистных сооружений не встречалось никаких недо-разумений.

На рис. 36 изображена подобная станция, построенная в 1924—25 г.г. в селе Троице-Лыкове при Туркменском доме просвещения.

Эта биологическая станция состоит из отстойника, имеющего в длину 6 м, в ширину 3,6 м, и средней глубиной  $\frac{1,8 + 1,4}{2} = 1,6$  метра. Отстойник выделан из кирпича на портландском цементе и разделен сплошной продольной перегородкой на две равные части.

Перед отстойником имеется приемный колодец с железной решеткой, с прозорами в 40 мм для задержания крупных плавающих предметов (щепы, тряпок, мочалок и пр.).

В колодце имеются направляющие лотки и задвижки для того, чтобы пускать сточную жидкость в ту или другую половину отстойника или в обе вместе.

Отстойник разделен на две половины для того, чтобы можно было останавливать работу одной половины и производить очистку ее от осадков, не останавливая работы станции.

Станция рассчитана на очистку сточных вод, получаемых от населения в 350 человек, расходующих по 74 литра (6 ведер) в сутки, и 30 голов скота, расходующих по 120 литров (10 ведер) на голову в сутки. Таким образом общий суточный расход выражается в сумме:

$$350 \times 6 + 30 \times 10 = 2400 \text{ ведер} = 29,63 \text{ куб. метров.}$$

Отстойник имеет характер септик-танка, потому что удаление осадка предполагается зимою 1 раз в 3 месяца, а летом 1 раз в месяц, а может быть и чаще.

Осветленная в отстойнике сточная жидкость поступает для окончательной очистки на поля фильтрации, площадь которых рассчитана следующим образом: в виду того, что грунт полей фильтрации в Троице-Лыкове представляется песком, вполне проникаемым для жидкости, считали, что на такой грунт можно напускать в среднем 30 литров на кв. м в сутки.

По этому расчету действительно орошаемая площадь полей фильтрации должна равняться  $\frac{29,36}{0,03} = 988$  кв. метров.

В виду того, что в дождливое время, а также в первые дни по спаде весенних вод, желательно иметь некоторый запас площади полей фильтрации, площадь их увеличена на 330 кв. м и всего принята 1318 кв. м = 291,3 кв. саж.

Для удобства эксплуатации вся площадь полей фильтрации разделена на 5 площадок по 182 кв. м и 6 площадок по 68 кв. м.

Площадь полей фильтрации обработана грядами. Дренаж проложен на глубине 1,25 метра от поверхности площадки на расстоянии 7 метров одна линия от другой.

Дренажные воды, собранные дренажными трубами, отводятся сборными коллекторами в местные тальвеги, а оттуда в реку Москву.

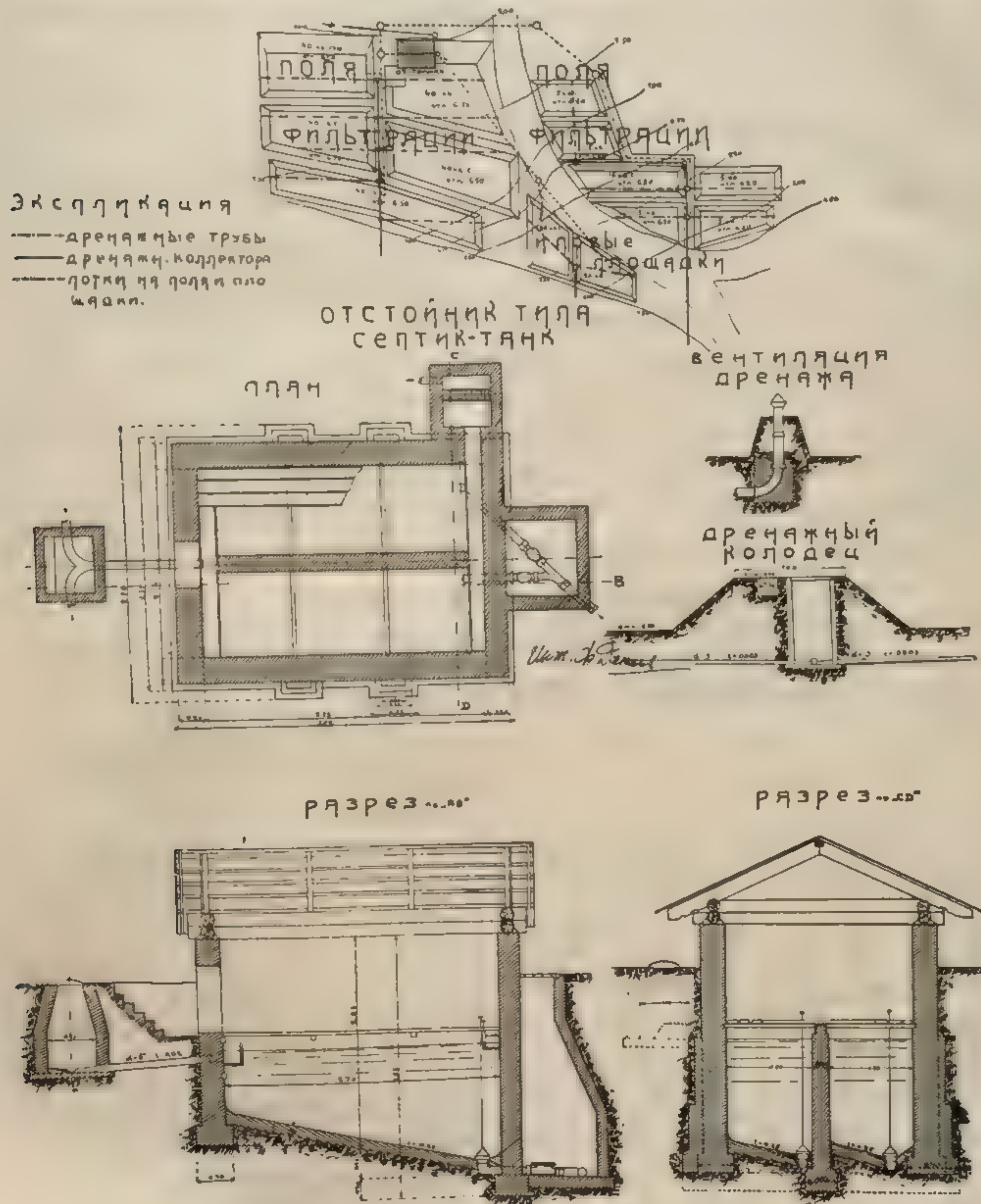


Рис. 36.

Осадок из отстойников обезвреживается на особых иловых площадках, на которые он спускается самотеком. Таких площадок устроено 2 по 90 кв. м каждая, причем в то время, когда ил напускается на одну из площадок, на другой площадке он подсыхает и удаляется.

в) **Биологические окислители.** Биологические окислители делятся на два вида: контактные или заливные и непрерывно-действующие или капельные.

Контактный окислитель представляет из себя резервуар обычно из железобетонных непроницаемых стенок, наполненный коксом, шлаком, твердо-

обожженным кирпичным щебнем или другим подходящим фильтрующим материалом крупностью в 15—20 мм. Высота заполнения фильтрующим материалом берется 1,5 метра, площадь же дна рассчитывается по количеству сточной жидкости, предназначенной для очистки. Очищаемая сточная жидкость наливается в этот резервуар, наполненный фильтрующим материалом, и остается там в течение, примерно, двух часов; в это время почти все взвешенные вещества и большая часть растворенных веществ органического характера притянутся на поверхность фильтрующего материала и здесь будут перерабатываться аэробными микроорганизмами при участии кислорода атмосферного воздуха. Первую стадию очистки, т.-е. в тот период, когда жидкость будет находиться в соприкосновении с фильтрующим материалом, произойдет главным образом адсорбция (поглощение) из жидкости взвешенных и растворимых органических веществ. Через 2 часа сточная жидкость спускается из резервуара, причем очищенная вода вполне прозрачна и обычно не загнивает. Когда вода выливается из контактного окислителя, на место ее в промежутки между кусками фильтрующего материала входит атмосферный воздух, и с этого момента микроорганизмы, находящиеся на частичках задержанного ила и быстро размножающиеся в порах фильтрующего материала, ведут окислительную

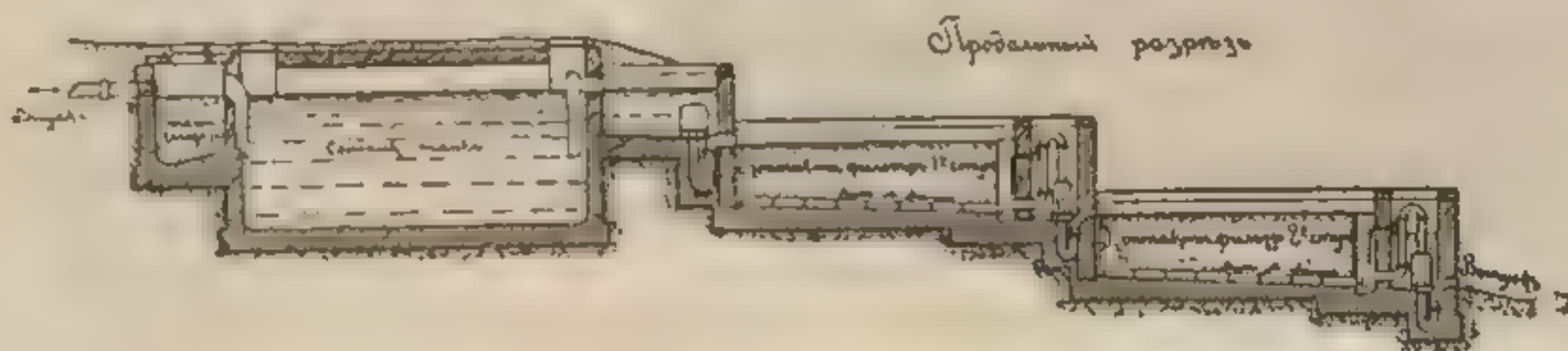


Рис. 37.

работу, в результате которой образуются из белковых веществ соли азотистой и азотной кислот. Это тот же процесс минерализации, с которым мы уже познакомились на полях орошения и на почвенных фильтрах. По прошествии 2-х часов отдыха контактный окислитель снова заливается водой, и снова вода задерживается в нем, примерно, на 2 часа.

Иногда для большего эффекта контактные окислители ставятся один под другим с той целью, чтобы более совершенно очистить сточную воду. В этом случае сточная жидкость, пройдя один окислитель, поступает в другой, заполненный фильтрующим материалом несколько меньшей крупности (например 10—12 мм). Во втором окислителе сточная жидкость задерживается на такой же срок, как и в первом. Биологические процессы, происходящие в нем, совершенно такие же, как и на первом окислителе, но эффект очистки в этом случае получается много больше.

На рис. 37 изображена в разрезе станция для биологической очистки сточных вод. Слева видна входящая канализационная труба, приемный колодец с отстойником для осаждения песка и других тяжелых предметов, септик-танк и за ним 2 контактных окислителя, соединенных между собой приборами для автоматического впуска и выпуска сточной воды. Мы уже говорили, что на биологические окислители жидкость всегда поступает, пройдя предварительную обработку в отстойнике или в септик-танке.

Опыт показал, что в средней полосе РСФСР объем фильтрующего материала должен быть равен не менее  $2\frac{1}{2}$  объемов суточного количества очищаемой сточной жидкости, например: если в сутки очищается 500 куб. метров (40.000 ведер) сточной жидкости, то объем фильтрующего материала должен быть равен 1.250 куб. метров. При двухступенном окислителе лучше взять не  $2\frac{1}{2}$ , а 3 объема суточного количества очищаемой жидкости. С течением времени контактный окислитель заиляется, и каждые 2—3 года фильтрующий материал приходится промывать. Получаемый эффект очистки очень высок.

Биологический окислитель не сразу надлежащим образом очищает сточную жидкость. Сначала ему надо, как говорят, «созреть», т.-е. образовать на поверхности фильтрующего материала очень тонкую биологическую пленку, населенную аэробными микроорганизмами. В теплую погоду это произойдет через несколько дней; если же биологический окислитель начнет работать зимой, то возможно, что до весны он надлежащим образом и не созреет. В этом случае адсорбция будет происходить довольно полно, а биологические процессы—не вполне удовлетворительно, и тогда биологический окислитель будет заиляться быстрее. Пока биологический окислитель не созрел, роль его сводится почти что к механической фильтрации. Первые порции сточной жидкости, прошедшие биологические окислители, не могут быть допущены к спуску в естественный водоем без предварительной дезинфекции; когда же фильтр «созреет», то сточная жидкость пойдет с окислителями очень хорошего качества.

Непрерывно действующий или капельный окислитель отличается от контактного тем, что он не представляет из себя замкнутого резервуара, а состоит из огражденной кучи фильтрующего материала, сквозь который по каплям непрерывно пускается сточная жидкость. Микроорганизмы всегда содержатся в большом количестве в самой жидкости, они вместе со взвешенными веществами, на которых они живут и которые отчасти служат им пищей, распределяются по поверхности фильтрующего материала, и, так же как и в контактном окислителе, служат биологической пленкой, притягивающей кислород из воздуха и очищающей сточную жидкость. Фильтрующим материалом для непрерывно-действующего окислителя служат также куски кокса, шлака, твердого щебня и пр. Крупность материала различными строителями предлагается различно. Одни загружают непрерывно-действующий окислитель более или менее однородным фильтрующим материалом, крупностью в 20—40 мм. Другие считают практичнее внизу окислителя укладывать более крупный материал, примерно, в кулак, далее кверху крупность уменьшать до 10—12 мм на самом верху. Общую высоту загрузки не рекомендуют брать более 2-х метров. Объем фильтрующего материала при непрерывно действующем окислителе такой же, как и при контактном, а именно не менее  $2\frac{1}{2}$  объемов суточного количества очищаемой сточной жидкости.

Непрерывно-действующие окислители делаются цилиндрической формы и прямоугольной. Особенно важно при непрерывно-действующих окислителях равномерное распределение сточной жидкости по поверхности

окислителя; для этой цели существует огромное количество разнообразных распределителей, по преимуществу разбрызгивателей. На рис. 38 изображен непрерывно-действующий окислитель. Сверху видны вращающиеся вокруг своей оси и катающиеся барабаны, которые представляют из себя распределитель системы Фидиана. Сточная жидкость, попадая в ковши барабана распределителя, дает ему одновременно и вращательное и поступательное движение; ковши барабана постепенно опоражниваются, и жидкость равномерно орошает поверхность окислителя.

Таким образом барабан движется вперед до края дальней стенки. Здесь с помощью особого механизма распределительная доска получает иной наклон, и тогда сточная жидкость начинает заливать ковши проти-



Рис. 38.

воположной стороны барабана, вследствие чего барабан вращается и катится в противоположную сторону. Посредине рисунка виден желоб, разделяющий окислитель на две равные части. Оба барабана работают самостоятельно. Сточная жидкость из желоба в особый резервуар аппарата подается автоматически с помощью сифона.

На обложке этой книги изображен рисунок биологического окислителя непрерывного действия с распределителем системы Фидиана новейшего типа.

Распределитель Фидиана дает очень хорошие результаты, но он довольно дорог. Чаще прибегают к более простым распределителям, представляющим из себя простые деревянные желоба, уложенные горизонтально с вырезами в боковых сторонах, через которые переливается сточная жидкость. Иногда на фильтрующий материал кладут систему продырявленных железных труб, так что жидкость разбрызгивается через косопродырявленные отверстия в виде маленьких фонтанчиков. Вместо простых отверстий иногда делают на системе труб вертикальные патрубки и против них ставят особого вида диски в виде опрокинутого конуса так что выходя-

щая из патрубка жидкость, ударяясь о поверхность конуса, разбрызгивается зонтообразно.

Распределению сточной жидкости по поверхности окислителя способствует слой мелкозернистого материала (крупностью 2—3 мм), уложенный сверху фильтрующего материала. Этот слой называется подушкой Дунбара. Когда он заилится и станет плохо пропускать сточную жидкость, то верхнюю часть его заменяют свежим материалом.

На рис. 39 изображен вид на два рядом стоящие непрерывно-действующие окислителя. Стены окислителей наклонны и выделаны из фильтрующего материала. Распределение сточной жидкости производится с помощью качающегося корыта с 2 параллельными канавками. Корыто наполняется сточной жидкостью, перетягивается весом жидкости, наклоняется и выливает всю жидкость в желоба, уложенные перпендикулярно корыту и параллельно друг другу. Пока половина корыта опоражнивается, другая его половина наливается сточной жидкостью и наполнившись перетягивает в свою сторону. Опять корыто опоражнивается, но уже в противоположную сторону и т. д. Распределение происходит автоматически.

Непрерывно-действующий окислитель работает несравненно лучше, если фильтрующий материал положен на второе дырчатое дно, т. к. в этом случае обмен воздуха в фильтрующем материале улучшается, а также более совершенно дренируется сточная жидкость, прошедшая фильтрующий материал. Продукт, выходящий из непрерывно-действующего окислителя, всегда содержит в себе много взвешенных частиц, оторвавшихся от пленки, которая окружает фильтрующий материал. Это большей частью гумозные вещества, уже не способные к гниению, и трупы небольших червяков. Чтобы их задержать, можно после непрерывно-действующего окислителя поставить небольшой отстойник. Его надо часто чистить, иначе осадок может загнить. Лучше устроить отстойник из двух отделений, из которых одно работает, а другое находится в чистке или ждет своей очереди. Очищают отстойник не реже одного раза в 6—8 дней. Все же сточная жидкость, прошедшая непрерывно-действующий окислитель, всегда опалесцирует, хотя при правильном устройстве и нормальной эксплуатации никогда не загнивает. Чтобы сделать жидкость совершенно прозрачной, нужно ее пропустить еще через почвенный фильтр, но обычно этого совершенно не требуется.

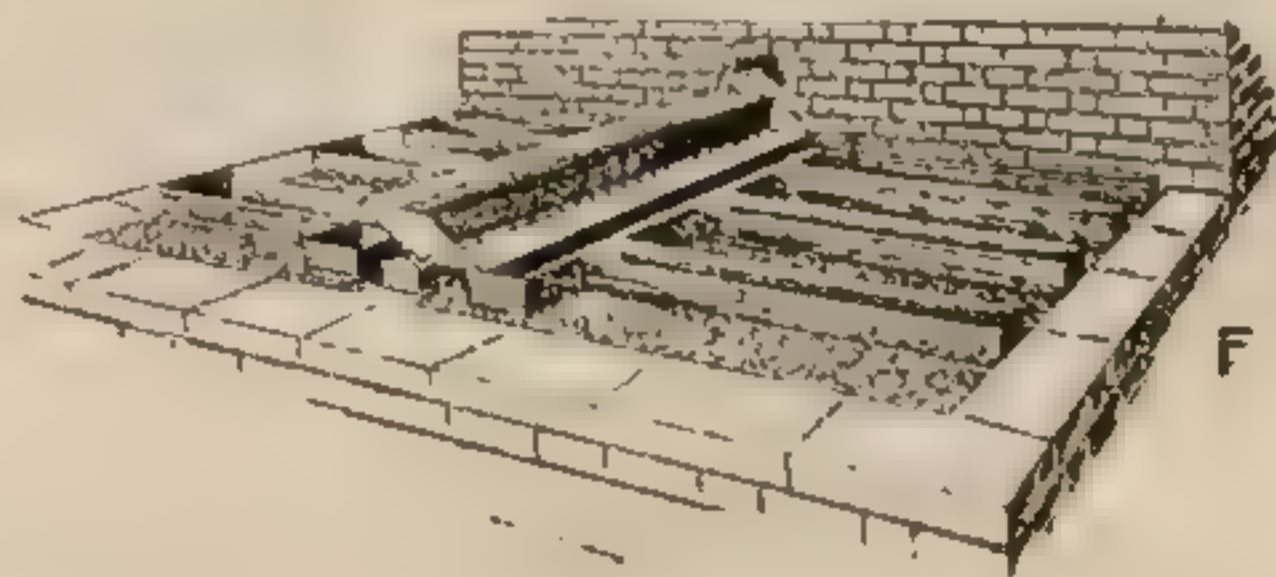


Рис. 39.

Контактные окислители имеют свои достоинства, но и много недостатков, благодаря которым они довольно редко употребляются. К достоинствам контактных окислителей принадлежит простое распределение сточной жидкости по поверхности фильтрующего материала, отсутствие дурного запаха, который иногда бывает при разбрызгивании сточной жидкости по поверхности непрерывно-действующего окислителя, отсутствие мух, чистота и прозрачность продукта, выходящего из окислителя. Наконец, при контакт-

ных окислителях не требуется большого уклона местности, т. к. высота их не делается более 1,2—1,5 метра.

Непрерывно-действующие окислители обладают следующими преимуществами перед контактными: они более производительны, чем контактные, следовательно, при одинаковых условиях могут очистить большее количество сточных вод. Непрерывно-действующие окислители строятся высотой 2 метра, поэтому они требуют меньше места для своего устройства. Материал для непрерывно-действующего окислителя требуется более крупный, нежели для контактного, поэтому загрузка его обходится дешевле. Непрерывно-действующий окислитель заилается меньше, нежели контактный.

Далее мы даем описание и чертежи спроектированной и построенной нами биологической станции при Ростокинской лечебнице, как иллюстрацию применения непрерывно-действующих окислителей к очистке kloзетных и хозяйственных сточных вод.

На приложенном чертеже изображена биологическая станция при Ростокинской лечебнице Моск. Уездного Совета в плане и разрезе.

Биологическая станция построена в виде двухступенных непрерывно-действующих окислителей с предварительной обработкой сточной жидкости в септик-танке.

Септик-танк состоит из двух неравных отделений. Большее отделение септика имеет рабочий объем около 1.000 ведер, меньшее—около 650 ведер. Септик-танк выделан из железо-бетона и перекрыт железо-бетонными сводами. Перед септик-танком имеется приемный колодец, из которого канализационная жидкость направляется в то или другое отделение.

Септик-танк снабжен 2 колонками для притока свежего воздуха и имеет из каждого отделения вытяжки, соединенные с высокой трубой, выделанной из пустотелых бетонных камней. В середине этой трубы проведена железная дымовая труба из печи, поставленной в помещении окислителя, а около дымовой трубы выделаны вытяжки из отделений септика и из помещения окислителя.

Из септик-танка осветленная сточная жидкость, через переливные сифоны поступает в распределительный резервуар, находящийся в помещении окислителя. Здание окислителей построено из бетонных пустотелых камней, толщиной стенок в 1 камень.

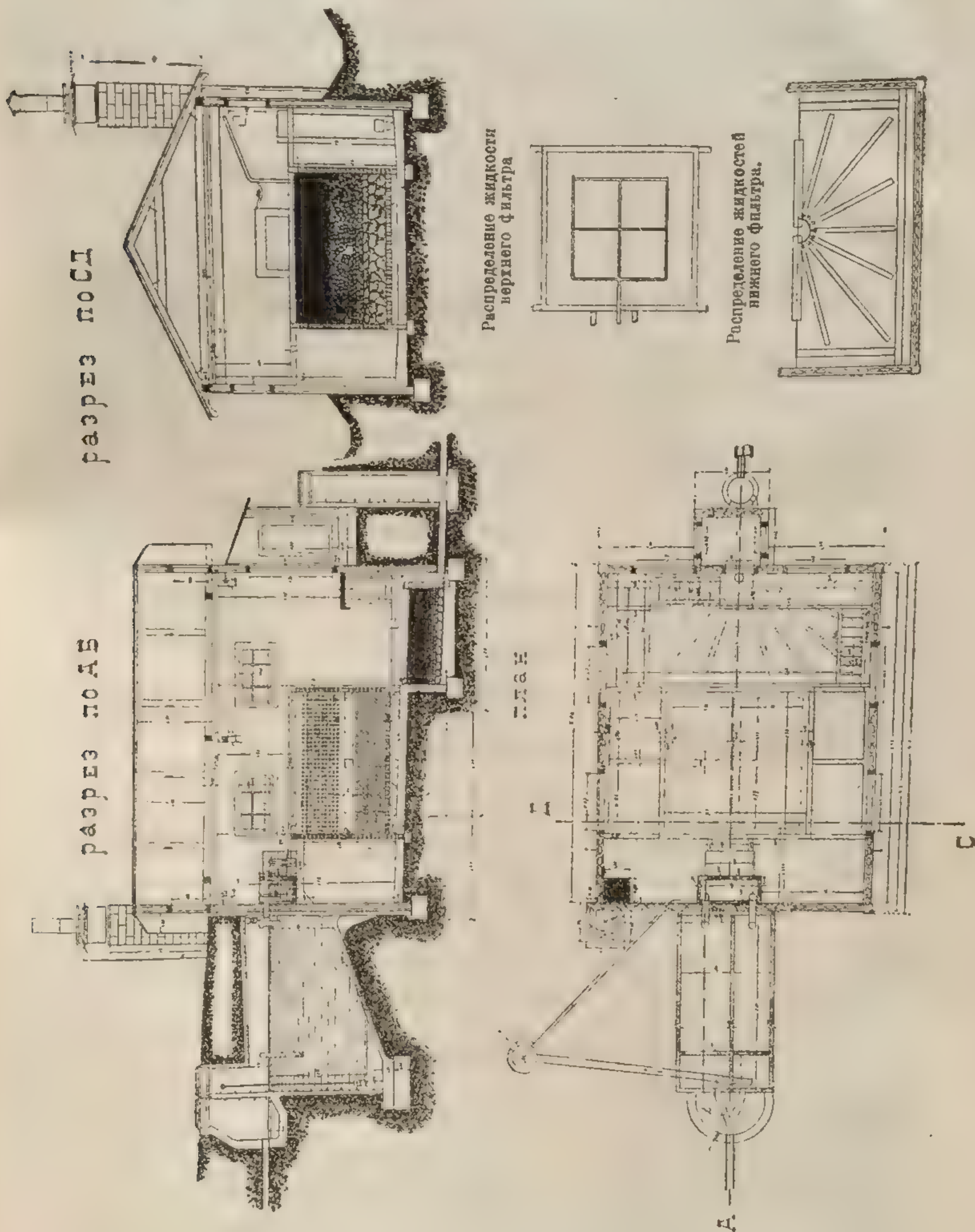
Непрерывно-действующий окислитель первой ступени имеет объем фильтрующего материала немного более двухсуточного количества очищаемой сточной жидкости. Стенки окислителя дырчатые и выделаны из железо-бетона. Дно также дырчатое и приподнято над полом помещения. Окислитель загружен плотным шлаком, полученным с железо-делательного завода. Крупность зерна изменяется от 125 мм внизу до мелкого зерна в 3—5 мм сверху.

Распределение жидкости на окислителе производится с помощью дырчатых труб периодически. Периодичность напусков производится с помощью автоматического сифона системы Кальмета. Рабочий объем этого бака 500 литров. Наблюдения показали, что днем бак наполняется в 20—40 минут, а опорожняется в 1½—2 минуты.

Из первого непрерывно-действующего шлакового окислителя сточная жидкость поступает на 2-й песчаный. Нижние слои песчаного окислителя загружены также шлаком, средние гравием, а верхний—речным песком. Объем этого окислителя равен несколько более суточного количества очищаемой сточной жидкости. Боковые стенки окислителя бетонные продырявленные. По дну уложен дренаж из дренажных труб диаметром 75 мм и из кирпича, уложенного не вплотную в виде каналов.

Распределение на этом окислителе производится с помощью желобов из швеллерного железа, уложенного горизонтально и имеющего в боковых стенках прорезы. Желоба расходятся радиально от середины стенки первого окислителя, как от центра, а дренаж напротив, радиально от выходного отверстия второго окислителя, выводящего обезвреженную жидкость из пределов станции.

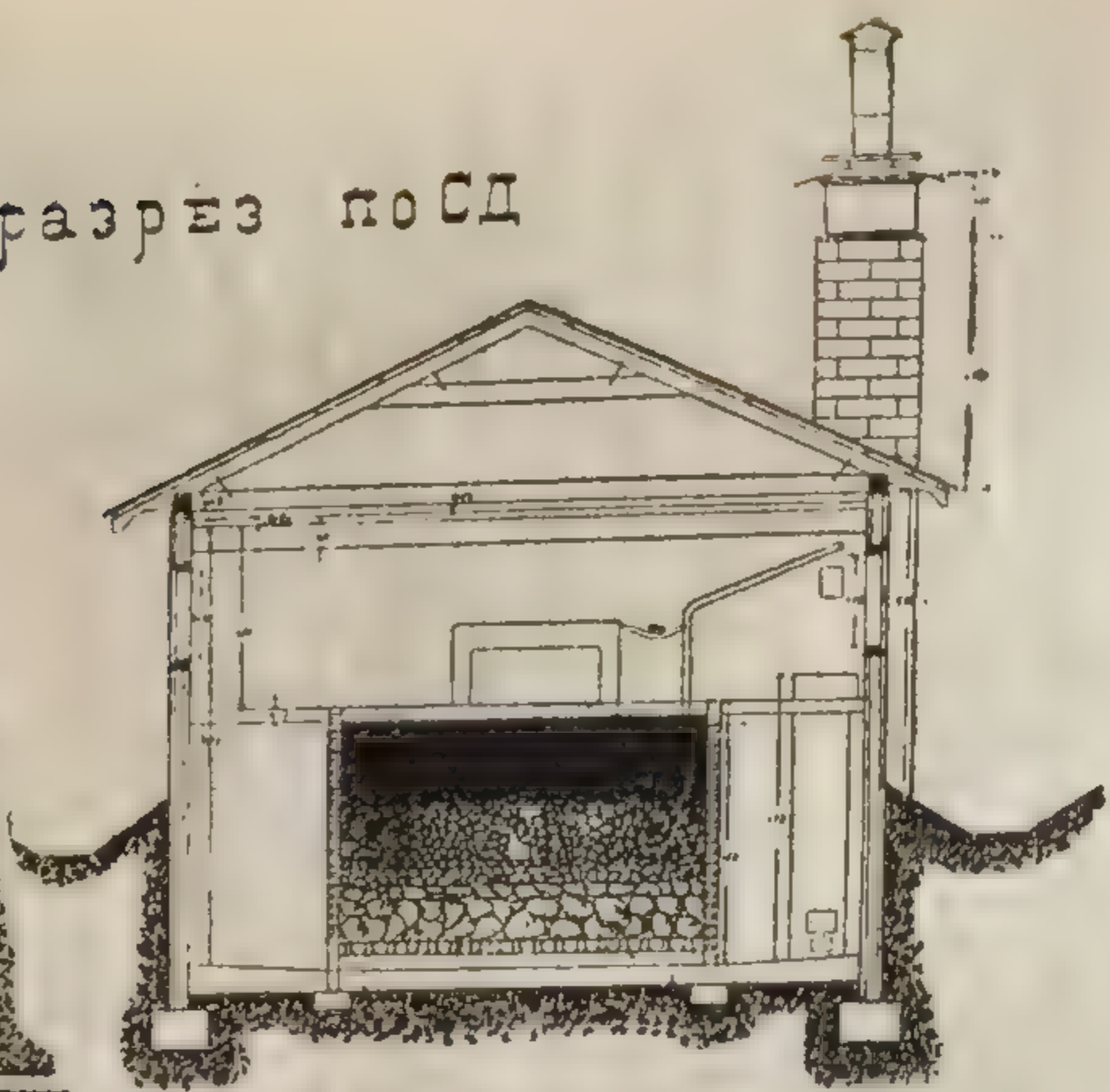
Из второго окислителя сток идет сначала гончарной трубой диаметром 125 мм. а затем открытой канавой до р. Яузы.



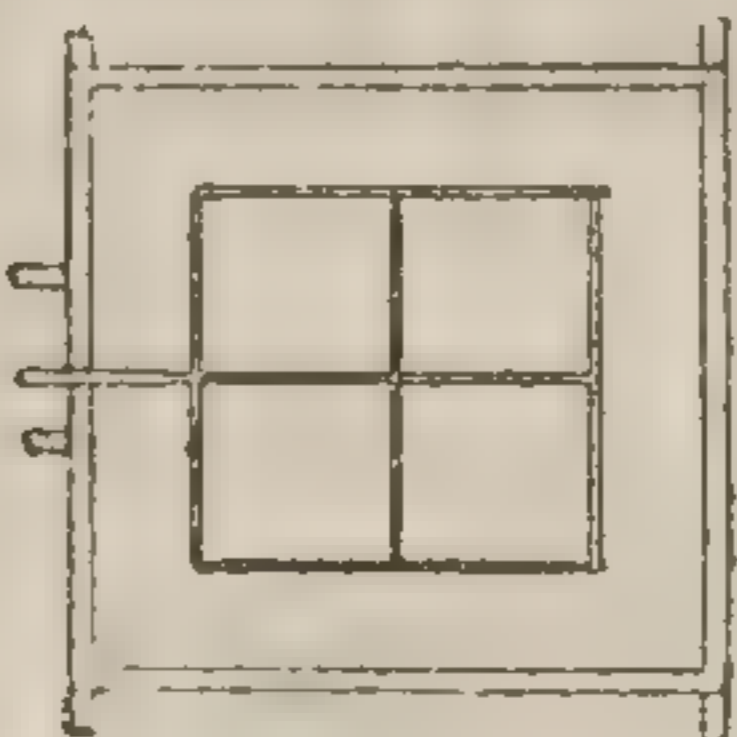
Осадок из септик-танка поступает на площадку для обезвреживания, эта площадка спланирована, обработана грядами и дренирована. Почва площадки вполне проливаемая, песчаная.

Из второго окислителя сток идет сначала гончарной трубой диаметром 125 мм. а затем открытой канавой до р. Язы.

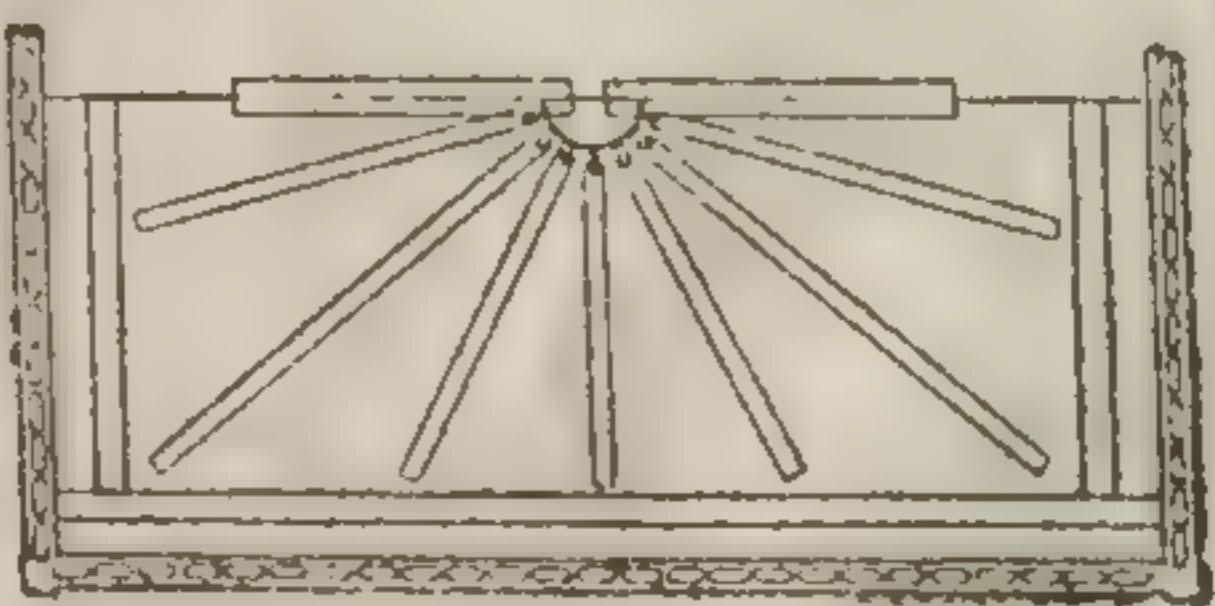
разрез по СД



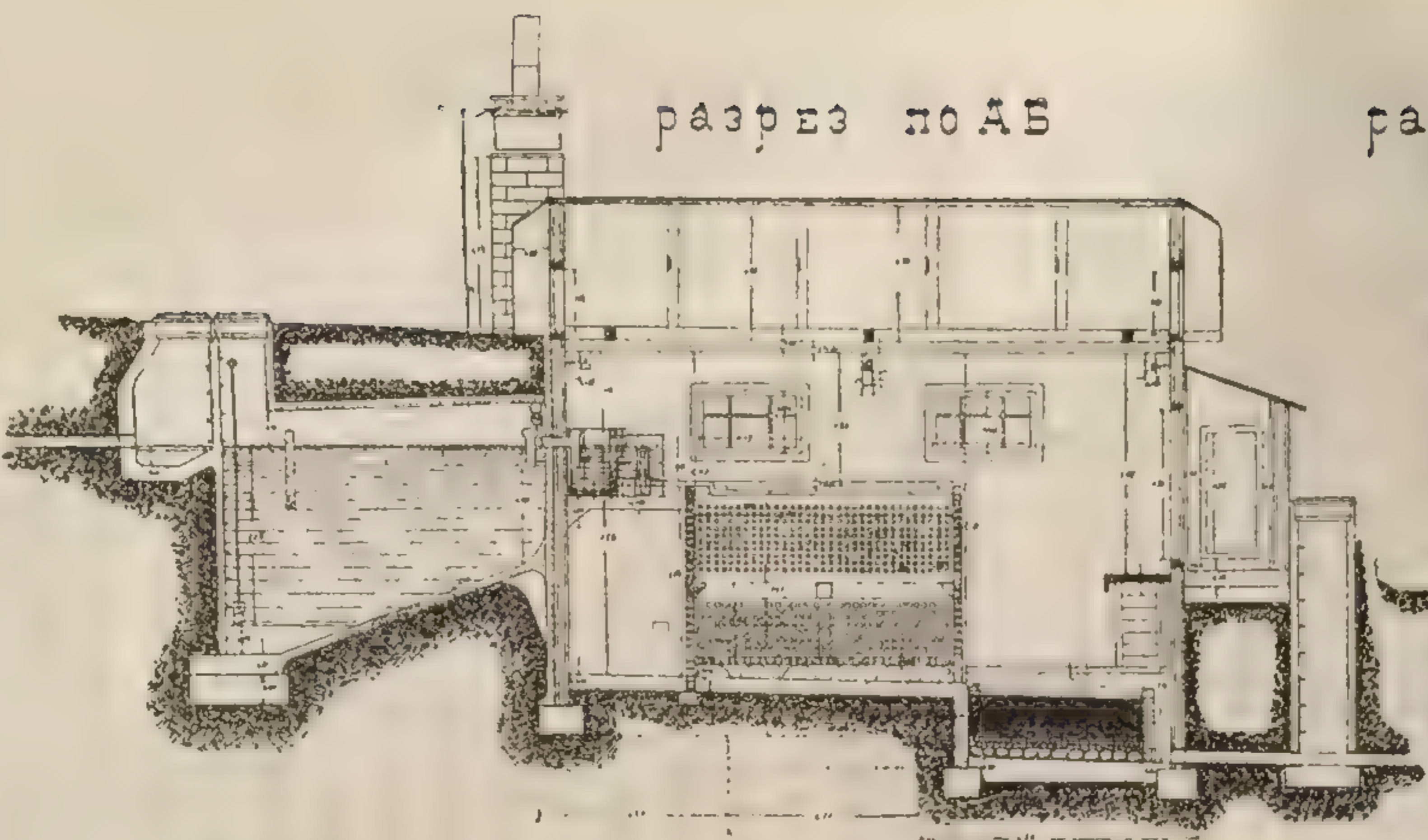
Распределение жидкости  
верхнего фильтра.



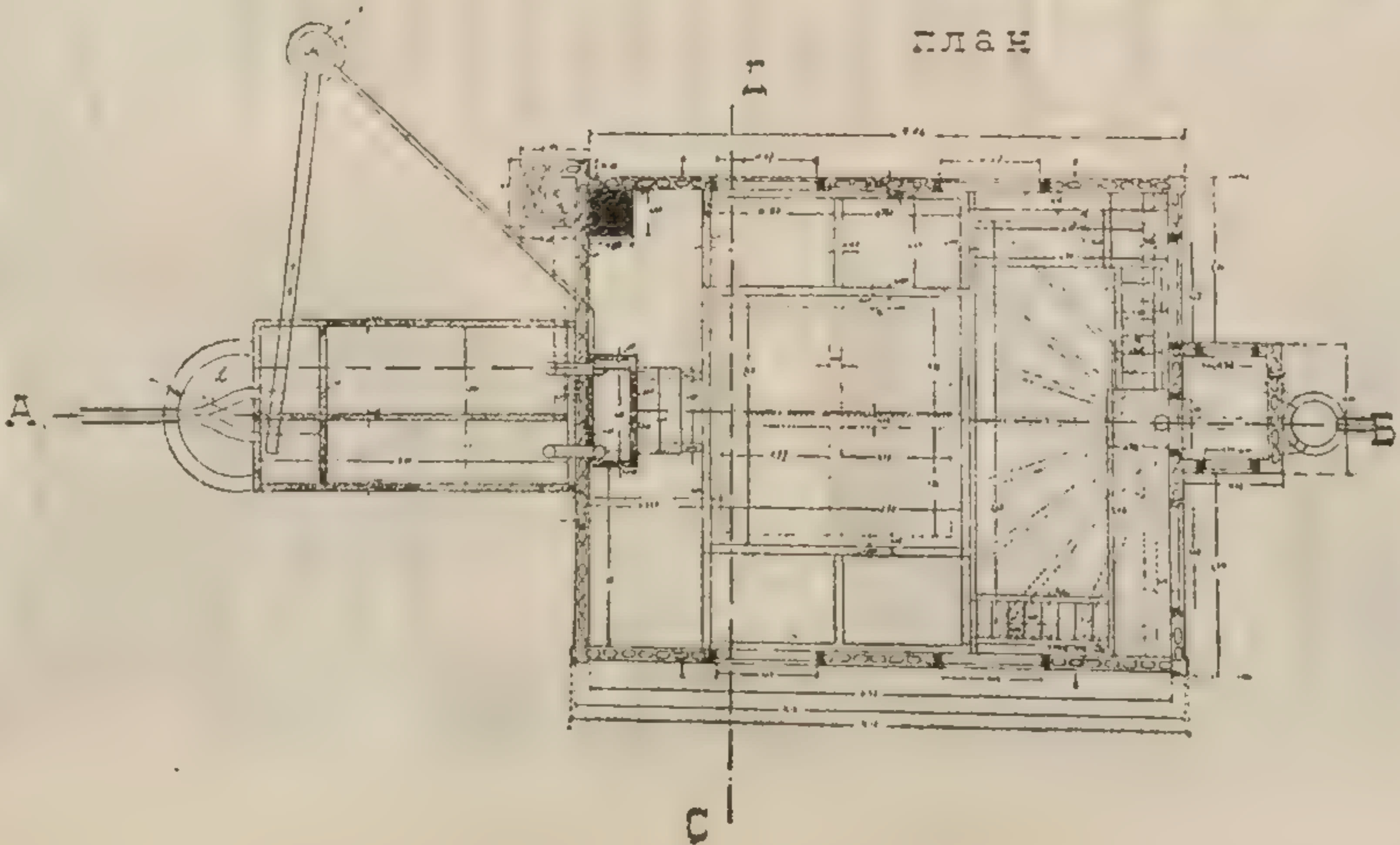
Распределение жидкостей  
нижнего фильтра.



разрез по АБ



План



Осадок из септик-танка поступает на площадку для обезвреживания эта площадка спанирована, обработана грядками и дренирована. Почва площадки вполне пропитается, песчаная.



носилки, и два человека относят решето в сторону, где верхний загрязненный слой снимается и заменяется соответствующим количеством чистого материала. Можно иметь запасные решета с чистой загрузкой. Наш опытный окислитель имел размеры в плане 1 м × 1 м. Чтобы устроить большую станцию, таких этажерок в ряд можно поставить два десятка и больше. С другой стороны, к этому ряду примыкает такой же другой ряд, причем решета одного ряда выдвигаются в одну сторону, а другого в противоположную<sup>1)</sup>.

Распределение сточной жидкости может быть устроено всеми теми способами, которые употребляются при непрерывно-действующих окислителях (дырчатые трубы, разбрызгиватели, Фидиан и пр.).

В 1915 г. такой аппарат работал на ст. Перово и очищал Московскую воду, которая забиралась у Симонова монастыря. Вода была мутная, желтого цвета и скорее походила на сточную воду, чем на чистую. Окислитель-аэратор ее осветлял и частью обесцвечивал, чего не могли сделать американские фильтры; так, по крайней мере, свидетельствует проф. Н. Н. Гениев, который имел технический надзор за этими сооружениями при ст. Перово Моск. Каз. ж. д.

## Глава 19. Аэрация сточной жидкости в присутствии активного ила.

Этот метод заключается в том, что сточную жидкость помещают в резервуар, в котором примерно  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{3}$  его объема наполнена илом. Внизу резервуара имеется ряд продырявленных трубок, через которые пускается под давлением атмосферный воздух.

Сущность процесса заключается в том, прежде всего, чтобы из обыкновенного ила сделать так называемый активный ил, который получается с течением времени от продувки жидкости с илом в резервуаре воздухом. В начале продувания брали ил из отстойников, со дна рыбных прудов или вынесенный из непрерывно-действующих окислителей; однако, активность он получал лишь после того, как через него проходило большее или меньшее количество продуваемого воздуха. С другой стороны, ил, получивший вполне все качества активного ила, после стояния в течение нескольких дней и даже ранее без продувки свежим воздухом терял активную способность и не только не очищал сточной жидкости, но, наоборот, восстанавливал присутствовавшие в жидкости соли азотистой и азотной кислот, до аммиака и свободного азота.

Метод продувания сточной жидкости воздухом в присутствии активного ила в лабораторных опытах появился лишь 12—14 лет тому назад; в настоящее же время применение его к практическим сооружениям достигает более 100 установок в Америке и несколько десятков в Англии, при-

1) Управление Кавказских мин. вод построило окислитель подобного типа в г. Железноводске, причем вместо решет укладывались железобетонные колосники с соответствующими прозорами. В минувшем году окислитель еще не был готов, поэтому о работе его еще нельзя судить.

чем в Мильвоки и Чикаго эти сооружения в окончательном своем развитии должны очищать до 40.000.000 ведер в сутки каждая. Теоретические основания метода даны исследованиями, произведенными сначала в Америке, и в Англии Кларксом, Филлипсом, Фаулером и др., а затем в Москве чрезвычайно полными и ушедшими значительно дальше заграничных ученых исследованиями проф. С. Н. Строганова в лаборатории Люблинских полей орошения.

Природа активного ила, или сокращенно «актила» в настоящее время обстоятельно изучена, и очистительные свойства его исследованы с достаточной полнотой. В отчете Н. А. Базякиной, ассистента С. Н. Строганова, об опытах очистки сточной жидкости с помощью аэрации в присутствии актила даны следующие данные о характере этого ила <sup>1)</sup> «Плотно осевший ил, отделенный от жидкости, содержал около 96% воды. В воздушно сухом иле содержалось еще 12% воды. Состав ила, высушенного до постоянного веса при 100° Ц., следующий:

1) Зола . . . . .	15,58%
2) Кремнекислоты— $\text{Si O}_2$ . . . . .	3,95%
3) Окиси железа— $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ . . . . .	1,58%
4) Фосфорной кислоты— $\text{P}_2 \text{O}_5$ . . . . .	2,14%
5) Органического азота (N) . . . . .	3,61%
6) Сырого жира . . . . .	2,51%
7) Жирных кислот . . . . .	0,39%

Активный ил представляет из себя бурый хлопьевидный осадок, населенный колониями миллионов микроорганизмов аэробного характера, жадно поглощающих кислород и с его помощью окисляющих белковые вещества до солей азотистой и азотной кислот. Активный ил, если и теряет свои свойства в отсутствии воздуха, то легко их восстанавливает после некоторого времени продувки. Если оставить его на долгое время в бездействии, даже высушить или заморозить, то он снова способен восстановить свою активность; только нагреванием до 100° и уничтожением, таким образом, живых микроорганизмов активный ил совершенно теряет свою активность.

Совершенно определенно выяснено, что один воздух в отсутствии активного ила не очищает сточной жидкости и не вызывает в ней никаких изменений. Количество ила, необходимое для очистки сточной жидкости, зависит от ее состава и концентрации. Однако, надо сказать, что очень концентрированная жидкость чрезвычайно трудно поддается очистке с помощью аэрации с активным илом. В таких случаях удобнее эту жидкость предварительно разбавить чистой водой и затем уже очищать описанным способом.

Это относится к нечистотам выгребных ям и к некоторым видам сточных вод кожевенных заводов. Во всяком случае, если в сточной

<sup>1)</sup> V-й Отчет Совещания по очистке сточных вод за 1914—1922 г. Том I. Аэрация с активным илом, как метод очистки сточных вод. Часть I. Лабораторные исследования по изучению процесса очистки сточной жидкости путем аэрации 1916—1917 гг. А. Базякиной. Москва 1923 г.

жидкости присутствует какой-нибудь фактор, неблагоприятный для жизни и развития аэробных микроорганизмов, как, например: кислотность сточной жидкости или излишняя ее щелочность, присутствие ядовитых солей и проч., то метод очистки аэрацией в присутствии актила не даст хороших результатов. Точно также очистка идет тем успешнее, чем благоприятнее температура для жизни микроорганизмов, а именно  $12-26^{\circ}\text{C}$ . Ниже  $12^{\circ}$  процессы идут медленнее, около  $2^{\circ}$  — почти останавливаются.

Количество воздуха, потребляемого актилом, зависит от состава сточной жидкости, но в среднем можно сказать, что полное обезвреживание канализационной жидкости города Москвы требует примерно до 6 объемов воздуха на 1 объем сточной жидкости; очень концентрированные сточные жидкости могут потребить для своего обезвреживания на 1 свой объем до 40 и более объемов воздуха. В последнее время для уменьшения количества вдуваемого воздуха в аэротанк помещается вращающийся барабан с лопастями, которые задерживают воздух в сточной жидкости, благодаря чему он тратится много экономней.

Практически очистка сточной жидкости с помощью аэрации в присутствии активного ила производится в особых резервуарах, называемых аэротанками. Размер резервуара зависит от количества очищаемой жидкости. Если процесс продувания продолжать в течение 4 часов, а в целые сутки делать 4 смены, то на 1 кв. метр резервуара можно очистить в 24 часа 10 куб. метров сточной жидкости (более 3000 ведер на 1 кв. сажень), следовательно, на 10000 куб. метров в сутки аэротанк должен иметь площадь равную 1000 кв. метрам. Более совершенное вдувание производится, если воздух входит в аэротанк не с помощью продырявленных труб, а с помощью особых пористых плит, подобных пемзе, тогда распределение воздуха идет много равномернее и по всей поверхности. Так как вдуваемому воздуху приходится преодолевать сопротивление столба жидкости, налитой в аэротанке, и перемешивать частички активного ила, то воздух приходится подавать под давлением примерно 7500 мм водяного столба с помощью воздушных насосов, называемых компрессорами. Воздушные насосы приводятся в действие механическими двигателями, а именно, электромоторами или двигателями внутреннего сгорания.

Для защиты аэростанции от непогоды ее помещают в закрытом здании. Для того, чтобы вдуваемый воздух зимою не охлаждал сточной жидкости, лучше его подогревать, поэтому в аэростанции нужно устраивать хотя бы простое отопление<sup>1)</sup>.

Количество актила с течением времени в аэротанке увеличивается и, наконец, становится излишним, поэтому надо иметь приспособление для спуска излишнего ила к месту его обезвреживания.

Скорость движения воздуха в аэротанке в вертикальном направлении должна быть 0,25 — 0,3 м в секунду.

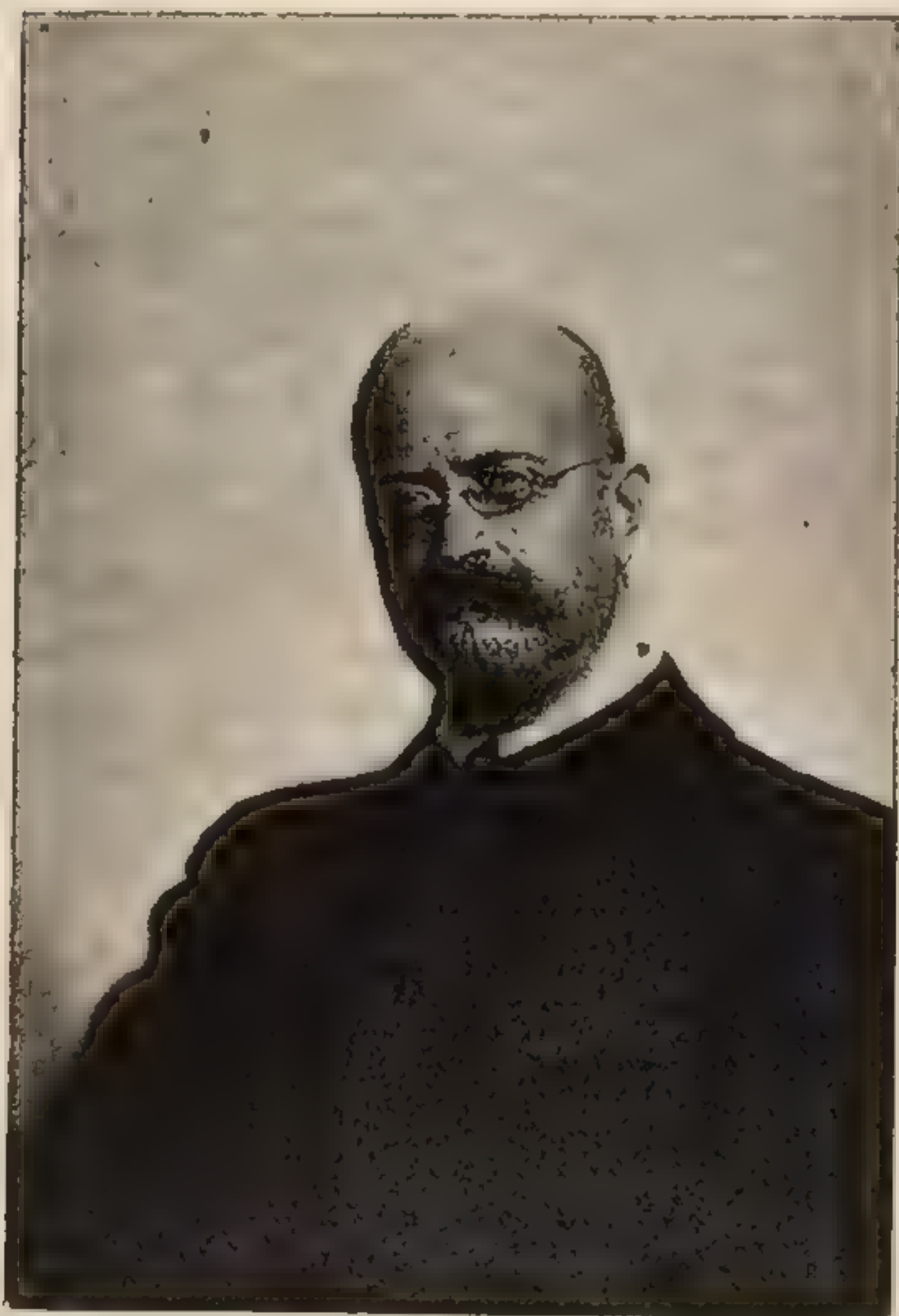
<sup>1)</sup> Холодный воздух так мало отнимает тепла у сточной жидкости, что даже при морозах  $20^{\circ}\text{C}$  сточная жидкость охлаждается от вдуваемого холодного воздуха лишь на  $1/2^{\circ}$ . Отопление станции устраивают ради удобства надзора за ней.

В начале вдувания воздуха в аэротанке происходит очень быстрое падение окисляемости сточной жидкости и выделение из нее взвешенных веществ<sup>1)</sup>, так что при обыкновенной городской канализационной воде через 20 минут можно получить незагнивающий продукт, в остальные более чем 3 часа идут уже процессы нитрификации, т. е. превращение оставшихся неизмененными белковых веществ и аммиака в соли азотистой и азотной кислот.

Как мы видим, аэрация в присутствии актила дает производительность в 10 раз большую, чем непрерывно-действующий окислитель. Устройство сооружений и эксплуатация по этому методу очень просты, и сооружения требуют очень мало места.

## Глава 20. Аэрофильтр системы проф. С. Н. Строганова.

Несмотря на столь значительную производительность только что описанного метода, проф. С. Н. Строганову удалось его значительно усовершенствовать путем предложенного им аэрофильтра. Этот аппарат



С. Н. Строганов.

состоит из цилиндра (или из резервуара с прямоугольным поперечным сечением) с непроницаемыми стенками, высотой в 4—5 метров, диаметром в зависимости от количества сточной жидкости. В цилиндре имеются два дна, из которых одно (верхнее) продырявленное, а нижнее сплошное. Цилиндр наполнен фильтрующим материалом (коксом, шлаком и т. п.). Сверху над фильтрующим материалом равномерно распределяется сточная жидкость. Актил размещается между фильтрующим материалом. Воздух вдувается под дырчатое дно аэрофильтра. Процессы очистки происходят внутри аэрофильтра, в котором сточная жидкость тончайшим слоем должна обтекать куски фильтрующего материала, а воздух, идя снизу вверх, питает микроорганизмы, живущие на актиле, смачиваемом

очищаемой сточной жидкостью. Успех очистки на аэрофильтре зависит от равномерного распределения сточной жидкости по его поверхности,

<sup>1)</sup> В этом случае вдуваемый воздух служит также для взвешенных веществ коагулянтом.

от равномерного распределения актила по поверхности фильтрующего материала и от планомерного питания актила воздухом и сточной жидкостью во всех пунктах аэрофильтра.

При работе опытного аэрофильтра в лаборатории С. Н. Строганова удалось прийти к ряду очень интересных выводов, имеющих практическое значение.

1) Интенсивность окислительного процесса в несколько раз больше, чем в аэротанках.

2) Количество воздуха, вдуваемого в аэрофильтр, значительно меньше (примерно в 5 раз), чем для аэротанка при получении однако, более

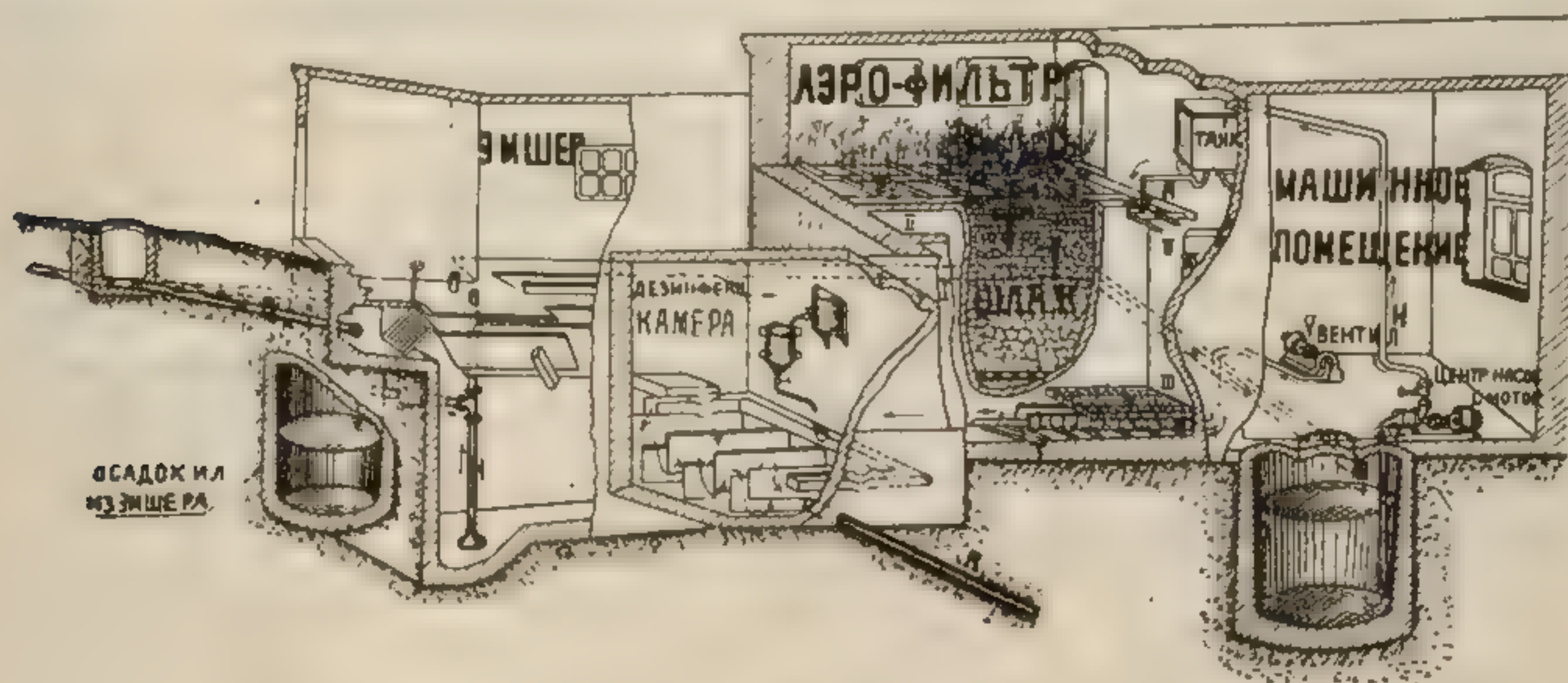


Рис. 41.

благоприятных результатов окисления. Так как воздух в аэрофильтре не встречает сопротивления столба жидкости, то и давление его не требуется такое большое, как в аэротанке, а именно не более 20 мм водяного столба; для такого давления достаточно только обыкновенного вентилятора.

3) Отношение объема фильтрующего материала к объему очищаемой сточной жидкости пока установлено не менее как 1:3. Если мы вспомним, что отношение фильтрующего материала к очищаемой сточной жидкости в непрерывно-действующих фильтрах равно 1:0,4, то ясно видно, что аэрофильтр в 8 раз производительнее непрерывно-действующего окислителя; а по количеству поглощаемого на окисление атмосферного воздуха, аэрофильтр экономнее непрерывно-действующего фильтра в 2 — 3 раза, хотя можно сказать определенно, что содержание нитратов в очищаемом продукте и на аэрофильтрах пропорционально количеству прошедшего через них воздуха. Очевидно, в аэрофильтре кислород воздуха значительно более экономно тратится, нежели на биологических окислителях; в этом его огромное преимущество.

На рис. 41 изображен перспективный разрез биологической станции с аэрофильтром. Домовая сточная жидкость подходит к станции и поступает в приемный колодец, откуда насосом, приводимым в действие электромотором, поднимается на отстойник, расположенный наверху станции. Из отстойника сточная жидкость поступает в бак с сифоном для автоматического опоражнивания, а оттуда на аэрофильтр.

от равномерного распределения актила по поверхности фильтрующего материала и от планомерного питания актила воздухом и сточной жидкостью во всех пунктах аэрофильтра.

При работе опытного аэрофильтра в лаборатории С. Н. Строганова удалось прийти к ряду очень интересных выводов, имеющих практическое значение.

1) Интенсивность окислительного процесса в несколько раз больше, чем в аэротанках.

2) Количество воздуха, вдуваемого в аэрофильтр, значительно меньше (примерно в 5 раз), чем для аэротанка при получении однако, более

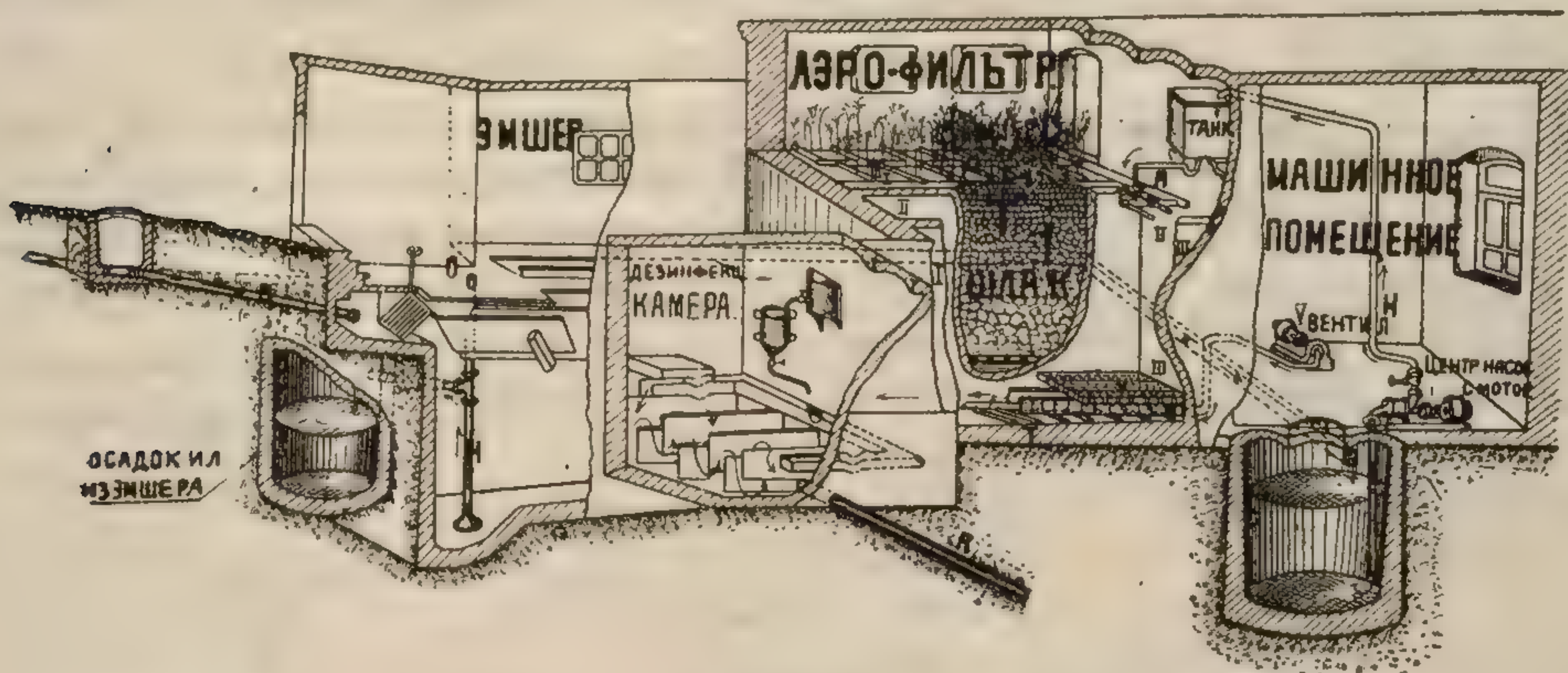


Рис. 41.

благоприятных результатов окисления. Так как воздух в аэрофильтре не встречает сопротивления столба жидкости, то и давление его не требуется такое большое, как в аэротанке, а именно не более 20 мм водяного столба; для такого давления достаточно только обыкновенного вентилятора.

3) Отношение объема фильтрующего материала к объему очищаемой сточной жидкости пока установлено не менее как 1 : 3. Если мы вспомним, что отношение фильтрующего материала к очищаемой сточной жидкости в непрерывно-действующих фильтрах равно 1 : 0,4, то ясно видно, что аэрофильтр в 8 раз производительнее непрерывно-действующего окислителя; а по количеству поглощаемого на окисление атмосферного воздуха, аэрофильтр экономнее непрерывно-действующего фильтра в 2 — 3 раза, хотя можно сказать определенно, что содержание нитратов в очищаемом

удалось прийти к ряду очень интересных выводов, имеющих практическое значение.

1) Интенсивность окислительного процесса в несколько раз больше, чем в аэротанках.

2) Количество воздуха, вдуваемого в аэрофильтр, значительно меньше (примерно в 5 раз), чем для аэротанка при получении однако, более

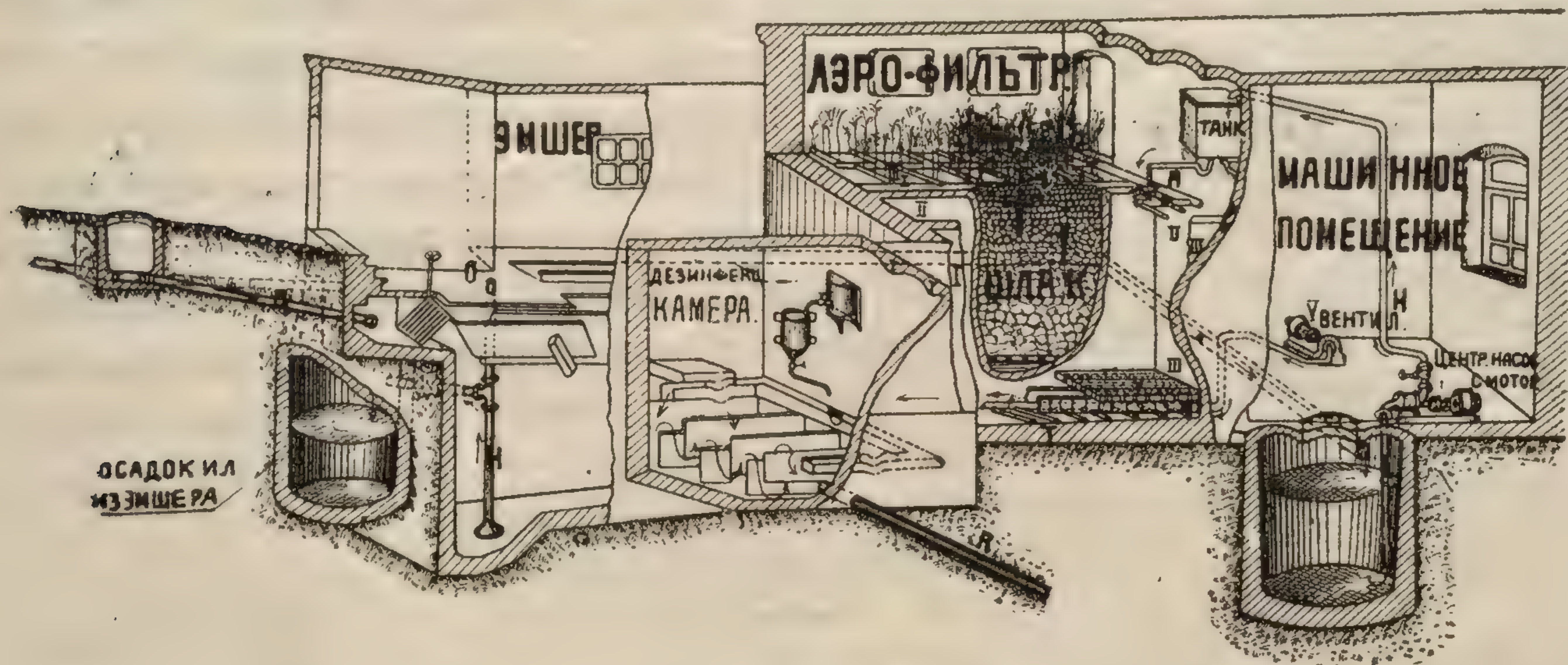


Рис. 41.

благоприятных результатов окисления. Так как воздух в аэрофилтре не встречает сопротивления столба жидкости, то и давление его не требуется такое большое, как в аэротанке, а именно не более 20 мм водяного столба; для такого давления достаточно только обыкновенного вентилятора.

3) Отношение объема фильтрующего материала к объему очищаемой

Под аэрофильтром имеется резервуар, в котором, в случае надобности, можно производить дезинфекцию очищенной сточной жидкости.

Воздух вдувается под аэрофильтр с помощью вентилятора, приводимого в движение также электромотором.

Станция рассчитана на очистку 5000 ведер сточной жидкости в сутки.

В настоящее время Московское Коммунальное Хозяйство приступило к постройке аэростанции на очистку 1.000.000 ведер в сутки.

Вдувание воздуха можно применить и к существующим непрерывно-действующим окислителям, пуская воздух под имеющееся дырчатое дно и заделав все большие отверстия, которые имеются с боков фильтра в особенности под дырчатым дном. Актил внутри фильтрующего материала непрерывно-действующего окислителя всегда имеется. У нас в СССР имеется несколько сот установок с непрерывно-действующими окислителями, которые работают с небольшой производительностью или дают очень плохой продукт очистки с черными хлопьями сернистого железа, ясно указывающими на недостаток воздуха внутри окислителей. Наконец, существует много установок, которые в настоящее время, вследствие различных неудач, совсем не работают. Метод, указанный проф. С. Н. Строгановым, мог бы вполне восстановить эти сооружения и даже значительно повысить их производительность.

## Глава 21. Рыбные пруды.

Мы уже знаем, что сточная жидкость, попадая в резервуар, подвергается биологическим процессам, при чем слои жидкости, находящиеся ближе к поверхности, частью поглощают кислород атмосферного воздуха и развивают микрофлору аэробного характера, а на дне резервуара скопляются осадки, выпавшие из сточной жидкости, и подвергаются вследствие отсутствия воздуха разложению при участии анаэробных микроорганизмов. На московских полях орошения первой очереди канализации имеются участки с плотно-глинистой почвой, на которых невозможна культура растений; они были обнесены валами и залиты сточной жидкостью слоем до 80 см высотой. После нескольких недель покойного стояния жидкости, процесс ее самоочищения проходил до такой степени очистки, при которой ее можно было спустить в естественный водоем. Осенью этот опыт был повторен, и результат получился тот же, только времени было потрачено больше, а именно 2 месяца.

Процесс самоочищения развивался постепенно; в первые дни на залитом участке как будто не было жизни, и сточная жидкость выделяла неприятный запах. Затем стали наблюдать развитие зеленых одноклеточных жгутиковых<sup>1)</sup>, которые через 3 недели достигают огромного

1) «Об опытах с прудами для очистки сточной воды на московских полях орошения». Проф. С. Н. Строганов. Известия Постоянного Бюро Всероссийских Водопроводных и Санитарно-Технических Съездов № 4. 1914 г.

количества. С этого момента жизнь в пруду все более и более обогащается. Через месяц было замечено цветение (пышное развитие водоросли эвдорики), которое подготовило условия, благоприятные для размножения коловраток. Одновременно началось цветение воды, вызванное водорослью другого вида, а вслед за нею стали размножаться мелкие ракообразные. Через 1½ месяца вода уже не загнивала, а еще через некоторое время была спущена в реку Москву.

С. Н. Строганов находит, что таким способом, который можно было бы назвать методом «биологических прудов» можно очистить 60 литров (5 ведер) на 1 кв. саж. в сутки, т. е. значительно больше, чем на полях орошения, и без всякой предварительной обработки сточной жидкости.

Эта мысль получила практическое применение лишь в измененном виде. Еще в 80-х годах Кронхейм предложил использовать для очистки сточных вод резервуары, в которых можно было бы выращивать рыб. Десять лет тому назад проф. Хофер устроил подобные пруды в городе Страсбурге. Но т. к. рыба может жить лишь в воде, в которой имеется растворенный кислород, Хофер предварительно освобождал сточную жидкость от взвешенных веществ и затем разбавлял ее чистой водой.

Пруды делаются неглубокими (1 метр) и всячески предохраняются от прорастания твердой флоры (тростника, камыша и пр.). На поверхности воды близ берегов развиваются мелкие растения, а на дне растет роголистник, перистолистник и др., которые образуют зеленый ковер. В этих прудах разводят: рачков, дафней, циклопов, двустворчатых моллюсков и улиток. Эти организмы служат пищей для рыб. Из рыбных пород наиболее хорошо вырастают: карп, линь, окунь и щука. С течением времени поверхность пруда зарастает ряской («цветет»), которая мешает проникновению в глубь воды солнечных лучей и воздуха. Впоследствии на рыбных прудах стали водить уток, которые питались ряской и некоторыми живыми организмами, населяющими пруд; уничтожая водяные растения, утки способствуют проникновению солнечных лучей внутрь пруда, а постоянным движением по поверхности воды они в значительной степени увеличивают поглощение водою кислорода атмосферного воздуха.

Проф. Спичаков осмотрел существующие рыбные пруды в Германии и сообщает интересные данные об очистке городских канализационных вод небольшого города Амберга с помощью рыбных прудов. Здесь сточная жидкость предварительно освобождается от части взвешенных веществ с помощью аппаратов системы Кремера и затем разбавляется чистой водой в пропорции 1 : 2, а в жаркие дни 1 : 3 объема. Общая площадь прудов 10 гектар, а в ближайшем будущем предполагается увеличить до 16. Зимой действует только 4 пруда, общей площадью около 4 гектар.

Впуск воды делается в верхней части пруда посредством сети распределительных гончарных труб. Вытекающая из труб вода попадает на плоские столики, где разбивается на мельчайшие брызги, подвергаясь таким образом очень интенсивной аэрации. Пруды служат для разведения в них карпов, кроме того, организовано большое утиное хозяйство. Доход от рыб и птиц окупает расходы по сооружению.

В последнее время огромные рыбные пруды (233 гектара) построены в Мюнхене для очистки городских сточных вод, прошедших отстойники.

**Таблица анализов сточной, очищенной и речной воды.**

Название составных веществ в миллигр. на 1 литр.	Сточная вода.	Разжи- женная вода.	Очищен- ная вода	Речная вода.
1. Сухой остаток . . . . .	500	316	210	208
2. Потеря при прокаливании. . . . .	250	153	96	61
3. Органич. азота . . . . .	16,13	6,3	2,55	2,33
4. Хлориды . . . . .	53,83	28,6	13,62	10,8
5. Окисляемость . . . . .	171,28	65,27	23,17	16,60

Число бактерий понижается на 90%.

В среднем 1 гектар рыбных прудов очищает 200—300 куб. метров сточной жидкости в сутки (7—10 ведер на 1 кв. саж.).

Способ очистки сточных вод рыбными прудами требует в 5 раз меньшей площади земли нежели поля орошения. У нас в СССР рыбные пруды имеются в г. Харькове, где они служат для дополнительной очистки сточных вод, прошедших непрерывно-действующие окислители.

## Глава 22. Удаление и обезвреживание ила.

При всех методах очистки сточных вод образуется большее или меньшее количество осадков, которые называются илом. Удаление и обезвреживание этих осадков всегда вызывает много хлопот и беспокойств, поэтому этот вопрос тесно связан с выбором системы очистки сточных вод. Нельзя проектировать сооружений для очистки сточных вод, прежде чем не будет решен вопрос о методе удаления и обезвреживания ила. Самый характер ила зависит от того, где и когда он образуется. Так, при общесплавной системе перед очистной станцией ставятся песочники, которые задерживают плотный ил, содержащий сравнительно небольшое количество плотных органических веществ. В отстойниках ил представляет из себя очень рыхлый осадок, содержащий до 98½% воды, липкий, легко разлагающийся и плохо подсыхающий на почве. Количество его, как мы знаем, бывает 3—4 литра на 1 куб. метр, что для больших городов составляет 200—300 куб. метров в сутки.

При методе химического осаждения количество ила сильно возрастает и может достигнуть 20 литров на 1 куб. метр сточной жидкости. 15 лет тому назад г. Лондон вывозил ежедневно более 6.000 куб. метров ила в море, благодаря тому, что употреблял метод химического осаждения; этот ил также очень рыхлый, липкий и, при скоплении в одном месте, издающий зловоние.

В септик-танках и Эмшерских колодцах ил частью перегнивает, и потому его в 2—3 раза меньше, чем в отстойниках, он менее липок, содержит меньше воды (93—95%) и легче подсыхает на почве.

В пластинчатом окислителе ил также более плотен и менее липок, нежели в отстойниках. При способе Дегенера, ила, благодаря прибавки угольной мелочи, образуется больше, но его путем подсушивания и пресования превращают в брикеты.

На полях орошения и почвенных фильтрах ил уничтожается перештыковкой их.

Ил контактных окислителей удаляется извлечением фильтрующего материала и промывкой его чистой водой<sup>1)</sup>.

Из непрерывно-действующих окислителей ил выносится довольно плотный, и, по наблюдениям автора, на одной биологической станции за 6 зимних месяцев он приобрел вязкость, подобную колесной мази и составлял 0,12% от всего количества сточной жидкости.

Ил в азротанках также представляет из себя гниющий продукт и должен быть от времени до времени удален из него.

Выносимый из аэрофильтров ил подобен илу, выходящему из непрерывно-действующих окислителей.

Ил рыбных прудов удаляется один раз в несколько лет.

Самым нерациональным методом удаления ила является перевозка его в бочках к месту обезвреживания. Наиболее правильным и целесообразным способом удаления ила с мест его образования является периодический спуск его к месту обезвреживания по трубопроводу самотеком. Если этого сделать нельзя, то он перекачивается насосами.

Из отстойников и при методе химического осаждения ил удаляется, смотря по расчету сооружений, один раз в 4—10 дней. Из септик-танков — один раз в 2—6 месяцев, из Эмшерских же колодцев — понемногу каждый день. Из окончательных отстойников, после непрерывно-действующих фильтров, ил удаляется по мере надобности. Из азротанков ил удаляется после того, как его накопится больше расчетного количества (больше 25—30%).

В редких случаях ил можно подсушивать и без добавки горючего материала употреблять на топливо. Чаще его подсушивают на почвенных площадках и затем собирают в кучи и отвозят на сельскохозяйственные поля для удобрения.

Ил большею частью обезвреживается на участках земли, специально для этого приготовленных. Для этого площадь земли планируется и ограждается валами. Чем плотнее ил, тем меньше нужно площади земли для его подсыхания. Если ил спускается на участок земли, который затем засаживается растениями, то его слабо подсушивают и затем запахивают. Таким образом, можно использовать участок земли несколько раз. Если же на площадке не предполагается культивировать растения, то она планируется, поверхность ее обрабатывается грядками, и в летние месяцы ил периодически спускается в борозды между грядками и в течение нескольких

<sup>1)</sup> За недостатком чистой воды можно употреблять очищенную сточную воду.

дней подсушивается. Подсохший ил снимается лопатами и увозится с площадок в сторону. В средней полосе РСФСР такую операцию можно проводить только в течение 6 летних месяцев. В зимнее же время он накапливается на площадках, частью дренируется через почву, частью испаряется, сверху промерзает и уже весной после подсыхания удаляется с площадок <sup>1)</sup>.

Расчет размеров почвенных площадок зависит от характера ила и содержания в нем воды. На 1 квадратной единице площади можно обсушить слой ила высотой 3—4 метра в год, что составит на 1 кв. метр площади участка 3—4 куб. метра ила в год.

В тех случаях, когда земли для устройства почвенных площадок недостаточно, выделяют площадки из искусственного фильтрующего материала. Для этой цели в земле вынимается естественный грунт на глубину до 1,2 метра. На дне такой ямы набивают слой бетона и по нем закладывают дренаж. Дренажные трубы засыпаются шлаком, сначала более

крупным, а чем дальше, тем мельче. На таком почвенном фильтре подсушивание ила происходит более энергично, чем на естественных площадках, а именно: высота такого слоя в течение года может быть до пяти метров.

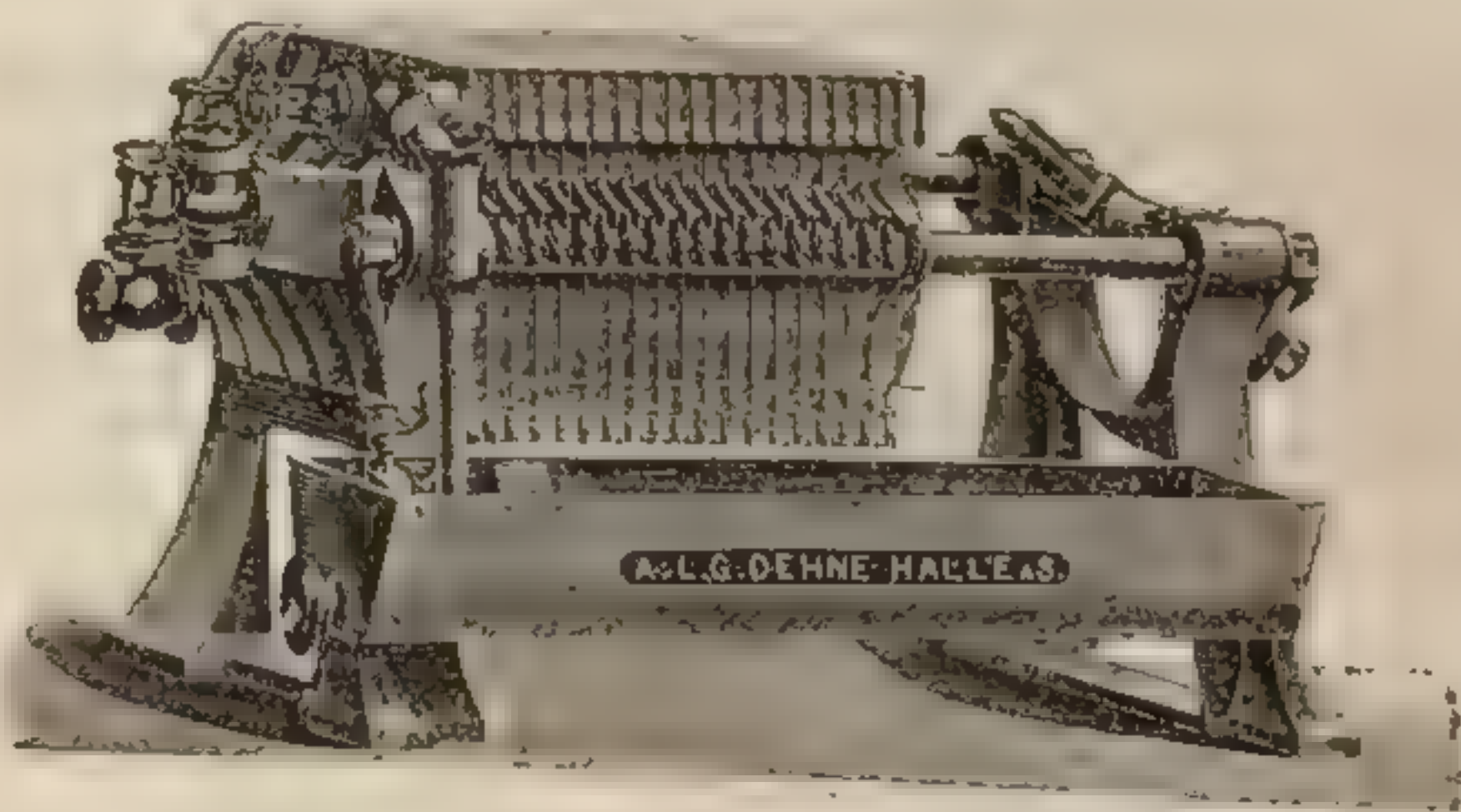


Рис. 42.

Дренажная жидкость или спускается в естественный водоем, или снова посылается на биологические сооружения, если она недостаточно чиста.

Иногда для иловых площадок не находится земельной площади; это особенно часто случается на фабриках и заводах в больших городах. В таких случаях для подсушивания ила употребляют особые аппараты, называемые фильтр-прессами. См. рис. 42.

Фильтр-пресс состоит из ряда металлических рам, на которые натянута ткань. Ряд таких рам, поставленных вертикально и плотно соединенных между собой, составляет одну батарею, к которой с одной стороны по трубе подводится предназначенный для подсушивания ил, а с другой стороны отводится отцеженная жидкость. Вследствие большого давления, под которым жидкость поступает в фильтр-пресс, твердые вещества ила задерживаются между тканями фильтр-пресса и образуют здесь твердые лепешки, содержащие в себе примерно до 80% воды.

<sup>1)</sup> На зимних площадках ил можно вымораживать, благодаря чему объем уменьшается почти вдвое, а затем по вымораживанию он может быть сколот кирками и отгильным средством.

Для лучшего цементирования осадка в фильтр-прессе к жидкости прибавляют гидрат окиси извести или серно-кислый глинозем. На одной биологической станции для очистки фекальных и хозяйственных сточных вод в количестве 437,5 куб. метров в сутки был установлен фильтр-пресс, состоящий из 30 камер размером по 600 мм в стороне. Фильтр-пресс обслуживался компрессором, который имел поршень 150 мм и длину хода также 150 мм. Компрессор работал под давлением в 5 атмосфер и приводился в движение электромотором, мощностью в 6,5 киловатт. Для осаждения взвешенных веществ сточных вод в отстойник прибавлялось до 50 кг гидрата окиси извести в сутки. Фильтр-пресс работал не более часа в сутки и отжимал из осадка, примерно, около 0,6 куб. метра лепешек. Если считать, что в осадочнике получалось 2% ила, что составит 8,75 куб. м, то получим, что лепешки составляют примерно около 7% от всего подсушенного ила. При лежании на воздухе лепешки совсем не издавали дурного запаха.

Жидкость, отцеженная из осадка, должна подвергнуться очистке, так как в сыром виде она не допустима к спуску в естественный водоем.

Несмотря на то, что в иле биологических сооружений много жира (иногда более 5%), все же добывание его не оправдывает расходов, связанных с устройством и эксплуатацией соответственных сооружений.

Все попытки использовать ил для каких-либо иных целей, кроме удобрения полей, не имели успеха.

## Глава 23. Очистка сточных вод промышленных предприятий.

В общегородскую канализационную сеть обычно принимается и часть сточных вод с промышленных предприятий, но при условии, чтобы эти воды не ухудшали состава городских сточных вод. Во многих английских городах городская канализационная сеть принимает до 25% общего количества сточных вод, выводимых ею за город к месту обезвреживания. В городах РСФСР точно также сточные воды небольших фабрик и заводов допускаются к спуску в городскую канализацию, но иногда эти сточные воды санитарная власть заставляет подвергать предварительной обработке и только после этого спускать в общегородскую канализационную сеть. Сточные воды бань и прачечных сплошь да рядом без всякой очистки спускаются в естественные водоемы, проходя по дождевым водостокам. Туда же обычно спускаются и дренажные воды из владений с высоким уровнем стояния грунтовых вод. Опыт английских городов показал, что фабричные сточные воды не мешают дальнейшей очистке городских канализационных вод, если они и попадают в общую канализационную сеть, не превышая 30% всех сточных вод городской канализации; в том же случае, когда фабричные сточные воды слишком загрязнены, они подвергаются предварительной обработке (отстаиванию, химическому осаждению и пр.) и затем уже поступают в общегородскую канализационную сеть.

В тех случаях, когда промышленные предприятия находятся в неканализованных городах или расположены совсем особняком, приходится

производить очистку сточных вод совершенно самостоятельно. Способ очистки этих вод зависит от самого производства, а также и от степени загрязненности их. Некоторые виды промышленных сточных вод, как, например, конденсационные или промывные, бывают настолько чисты, что совсем не требуют очистки. Конденсационные воды желательно только освободить от смазочных масел, которыми они бывают немного загрязнены, а промывные иногда приходится отделять от песка и земли отстаиванием и пр.

При проектировании сооружений для очистки промышленных сточных вод сплошь и рядом приходится выделить из общего стока более чистые воды и спустить их в естественный водоем без всякой очистки, а другие подвергнуть той или иной обработке.

Очистка промышленных сточных вод во многих случаях представляет задачу гораздо более трудную, нежели очистка фекальных и хозяйственных сточных вод.

Чаще всего при очистке сточных вод красильных, ситцепечатных и отбельных фабрик применяют метод химического осаждения.

Сточные воды кожевенных заводов бывают очень загрязнены и иногда содержат до 5 г взвешенных веществ на 1 л воды. Такие воды с помощью химического осаждения можно только несколько улучшить. Окончательная же очистка достигается лишь с применением одного из биологических методов.

Сточные воды, содержащие различные минеральные загрязнения, как, например, раствор медных, цинковых, хромовых и др. солей, обрабатываются такими веществами, которые выделили бы эти ядовитые соли из раствора сточных вод. В таких случаях для выделения солей меди употребляют железные стружки, на поверхности которых осаждается металлическая медь, или куски мрамора, которые задерживают соли цинка<sup>1)</sup>, или, наконец, цинковые стружки, если надо освободить сточную воду от сулемы, так как сулема при соединении с цинком выделяет ртуть и образует амальгаму.

Мы не можем в кратком изложении дать полные указания для всех видов промышленных сточных вод; скажем лишь, что в каждом случае необходимо знать очень подробно все процессы производства, от которого получают сточные воды, а также все химические вещества, которые употребляются в этом производстве. Далее необходимо иметь анализы средних проб сточных вод, получаемых из различных отделений фабрики и анализ воды из общего стока. При рассмотрении этих анализов в связи с данными, полученными из описания производства, приходится решать вопрос, как подойти к выделению тех или иных минеральных загрязнений, находящихся в растворе сточной жидкости.

Взвешенные вещества обычно выделяются отстаиванием и химическим осаждением, а органические загрязнения, находящиеся в растворе, как мы знаем, могут быть разрушены лишь биологическими процессами.

<sup>1)</sup> Для усиления процесса выделения солей цинка из сточных вод, через них пропускают углекислый газ или вместо него дымовые газы.

В некоторых случаях сточные воды обрабатываются аэрацией, напр., сточные воды газовых заводов. В других случаях полезно продувать сквозь сточные воды углекислый газ или дымовые газы, как мы упоминали ранее, и т. д.

Во многих промышленных сточных водах содержатся ценные продукты, извлечение которых могло бы уменьшить затраты на их очистку. В Германии мы часто встречаем такого рода утилизацию, но рекомендовать добывание ценных продуктов из сточных вод во всех случаях едва ли возможно, т. к. часто затраты на эту утилизацию не оправдываются стоимостью ценных продуктов, получаемых при этом из сточных вод.

Далее мы увидим, что в Германии находят выгодным добывать жиры из мыльных сточных вод, у нас же в Союзе ССР такая утилизация нигде не применяется, однако из сточных вод от промывки овечьей шерсти и у нас добываются жиры и поташ, которые потом идут в производство.

#### **Очистка сточных вод бань и прачечных.**

Среди промышленных сточных вод особое место занимают сточные воды бань и прачечных.

Практика показала, что если мыльные сточные воды составляют не более 25% всех городских канализационных вод, то они могут быть обезврежены на общей очистной станции; если же количество банных и прачечных вод составляет больше четверти всех городских сточных вод, то их следует очищать отдельно, т. к. в противном случае они могут ухудшить процесс очистки городских канализационных вод. Такое положение часто бывает на фабриках и заводах, где в банные и прачечные дни количество мыльных вод превосходит количество фекальных и хозяйственных вод.

В банных и прачечных водах кроме обычных загрязнений имеется мыльный раствор и щелочные соли жирных кислот. Реакция этих вод щелочная. Если сточные воды из бань и прачечных нейтрализовать серной кислотой, то жиры освободятся и всплывут наверх. Однако утилизация жиров из мыльных вод не экономна. Поэтому, приходится освобождать мыльные воды от жиров для того, чтобы они не загрязняли естественных водоемов.

При спуске сточных вод бань и прачечных в воды рек и озер, калиевые и натриевые соли жирных кислот вступают в обменное разложение с карбонатами кальция и магния, образуя при этом кальциевые и магниевые мыла, которые, осаждаясь на дно естественного водоема, способны загнивать и издавать зловоние. Чтобы избежать загрязнения водоема, обычно обрабатывают мыльные воды раствором гидрата окиси извести, который связывает жирные кислоты и выделяет их в специальном осадочнике на дно. При выпадении этого осадка, его частицы увлекают с собой взвешенные части загрязненной сточной воды, и последняя благодаря этому осветляется. Гидрата окиси извести тратят на очистку мыльных вод в количестве 2—3 грамма на ведро.

Осветленную сточную жидкость редко подвергают дальнейшей обработке, а обычно спускают в естественный водоем без вреда для него.

Мы приведем описание одной очистной установки мыльных вод на Дедовской фабрике от бани, в которой 2 раза в неделю моется до 1000 человек в день и 2 раза в неделю стирается белье.

В женский день тратится по 11 ведер на человека<sup>1)</sup>, а в мужской—по 9 ведер. Эта разница объясняется тем, что женщины приносят с собой немного мелкого белья.

На стирку белья зимою тратится около 100 ведер на 1 пуд сухого белья, а летом меньше, потому что полоскание белья частью производится в пруду.

Очистные сооружения для мыльных вод, как видно на рис. 43, состоят из двух одинаковых открытых железо-бетонных резервуаров, внутренним диаметром 9,17 м и высотой 2,07 м. Дно резервуаров коническое и имеет высоту 1 метр. Общий объем резервуара равен 155 куб. метров, в том числе объем конической части, предназначенной для осадка, равен 21 куб. метру. Резервуары сделаны открытыми для того, чтобы остудить сточные воды, температура которых бывает более 30° Ц. Перед резервуаром на пути канализационной трубы имеется желоб с перегородками, заходящими одна за другую;

в этот желоб поступает раствор гидрата окиси извести, приготовляемый в особом помещении. Окись кальция растворяется в небольшом бачке, каждый час по 1,6 килограмма. Раствор постоянно размешивается механической мешалкой, приводимой в движение с помощью электомотора. Внутри железо-бетонных резервуаров установлены цилиндры диам. 1 метр; геометрическая ось этого цилиндра совпадает с геометрической осью большого резервуара. Малый цилиндр внизу имеет коническое расширение, причем в конической поверхности выделаны продольные щели.

Мыльные воды с примесью гидрата окиси извести, пройдя желоб с перегородками, попадают во внутренний цилиндр диам. 1 метр и опускаются в нем на дно, а затем проходят в большой цилиндр и в нем с очень малой скоростью (2 миллиметра в сек.), поднимаются вверх. При этом происходит коагуляция взвешенных загрязнений. Контакт гидрата окиси извести с мыль-

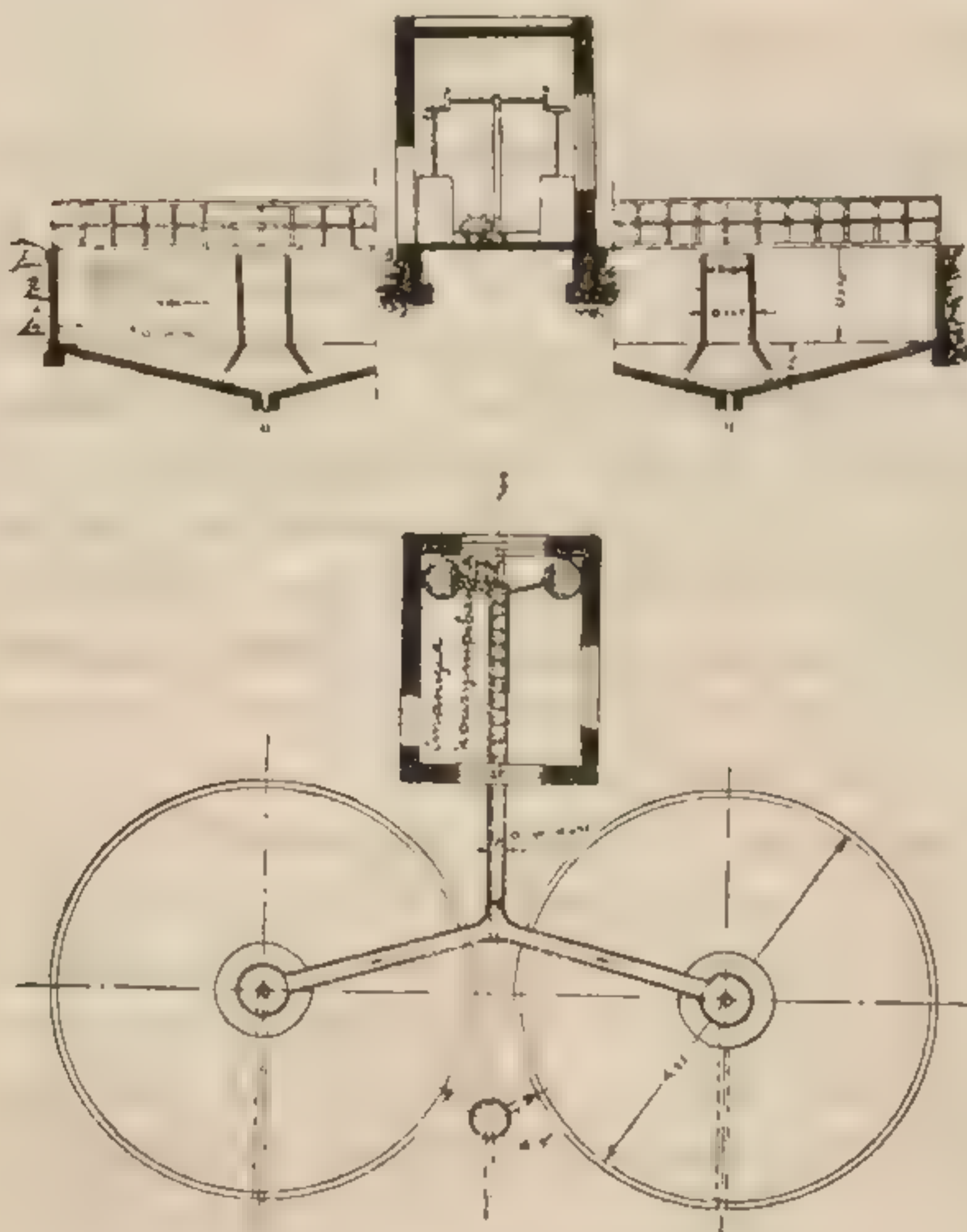


Рис. 43.

ной водой происходит в течение суток, после чего осветленная сточная жидкость спускается в речку ниже плотины фабричного пруда, а осадок накапливается на дне отстойного резервуара и спускается на особую иловую площадку, примерно 1 раз в 3 месяца.

Когда сточная жидкость отстаивается в одном резервуаре, работает другой.

Суточное отстаивание имеет целью сделать период воздействия гидрата окиси извести на мыльный раствор достаточно продолжительным, вследствие чего достигается почти идеальное осветление жидкости; кроме того происходит остывание обрабатываемой мыльной воды и поглощение кислорода воздуха из атмосферы.

<sup>1)</sup> Обычно в фабричных банях принимается по 7 ведер на моющегося.

Исследования очищенных сточных вод показали, что они никогда не загнивают и имеют очень хороший внешний вид.

Площадки для подсушивания ила мыльных вод представляют из себя небольшие ямы (глубиной 0,60 метра) с одернованными откосами; длина каждой площадки около 15 метров и ширина около 8,5 метра. Таких площадок две. Эти площадки очищаются от подсушенного осадка один раз в год. Подсчет осадка, спускаемого на иловые площадки, показывает, что его образуется около 1%, от всего объема очищаемой мыльной воды. Осадок на иловой площадке совершенно не издает дурного запаха и настолько уплотняется, что по нему можно ходить.

По мнению агрономов осадок мыльных вод, вследствие содержания извести, представляет большую удобрительную ценность.

Раствор гидрата окиси извести готовится, примерно, в 5% концентрации. Баня работает в течение 16 часов в сутки. В небольшом помещении, где находятся чаны с мешалками, всегда присутствует дежурная работница. Через 8 часов одну работницу сменяет другая.

Два отстойных бассейна имеется потому, что сточная жидкость, когда наполнит один из них, остается в нем на целые сутки. В это время происходит не только охлаждение банных и прачечных вод, но также и воздействие раствора извести на загрязнение, так как специалисты утверждают, что это воздействие дает благоприятные результаты лишь при условии контакта в течение 24 часов. Зимние морозы совершенно не мешают работе осадочных бассейнов.

Во избежание несчастий с детьми и скотом вся банная очистная установка обнесена решетчатым деревянным забором.

Чаны для приготовления извести с электромотором помещаются в небольшом деревянном холодном сарайчике.

Осадок при удалении его из резервуаров свободно движется по гончарной трубе. Многократные анализы очищенного продукта в лаборатории Мосздрава<sup>1)</sup> показали, что во всех случаях он был настолько чист, что вполне допустим к спуску в небольшую речку, протекающую вблизи установки.

Обычно химического осаждения банных и прачечных вод бывает совершенно достаточно для их очистки. Последующей биологической очистки банные воды никогда не требуют.

В городах много забот причиняют сточные воды боен, поэтому мы скажем несколько слов и об их очистке.

### Очистка сточных вод боен.

Сточные воды боен очень разнообразны как по концентрации, так и по химическому составу. Это различие зависит как от количества воды, употребляемой при убойе скота, так и от вида убиваемых животных.

Сточные воды боен тем грязнее, чем больше попадает в них содержимого желудков и кишок, так наз. каныги, а также крови и мочи. В особенности мешает очистке сточных вод боен каныга, которую всемерно надо не допускать к спуску в сточные воды боен, т. к. она страшно засоряет очистные сооружения и не поддается биологическим процессам. Сточные воды боен содержат много азот-содержащих органических загрязнений, поэтому они являются опасными в санитарном отношении. Эта опасность усиливается еще тем обстоятельством, что в сточных водах боен очень

<sup>1)</sup> Надо заметить, что Дедовская фабрика находится в пределах охранной зоны Рублевского водопровода, поэтому за очисткой сточных вод на ней установлен строгий санитарный надзор.

много микроорганизмов, среди которых могут находиться и патогенные бактерии. Д-р Кениг нашел в необработанных промывных водах боен в одном случае до полутора миллионов микроорганизмов в 1 куб. сантиметре.

Для того чтобы сточные воды боен можно было легко обезвреживать, необходимо при убое употреблять не менее 20—30 ведер воды на 1 голову крупного скота и до 10 ведер на 1 голову мелкого. В тех случаях, когда на бойнях употребляется очень мало воды, как, например, 4 ведра на одну голову крупного и 1 ведро на голову мелкого скота, очистка сточных вод становится чрезвычайно затруднительной. При таком положении сточные воды боен приходится рассматривать как ил или осадок из очистных сооружений и обезвреживать их на почвенных иловых площадках. В противном случае такие концентрированные воды надо предварительно разбавить чистой водой и тогда подвергать очистке.

Если сточные воды боен по своему составу не хуже городских канализационных вод, то их можно спустить в городскую канализационную сеть.

При устройстве самостоятельных очистных сооружений для сточных вод боен, единственным целесообразным методом очистки является биологический. В книге д-ра Шварца<sup>1)</sup> по устройству боен приведено указание на удачную очистку сточных вод боен контактными окислителями. Непрерывно-действующие окислители также вполне применимы для сточных вод боен. Однако во всех случаях применения биологического метода для очистки сточных вод боен, необходимо хорошее освобождение этих вод от взвешенных веществ. С этой целью в западно-европейских городах часто прибегают к химическому осаждению, пользуясь гидратом окиси извести и сульфатом алюминия. В Англии сточные воды боен с давних пор очищались с помощью полей орошения.

Если сточные воды боен очень концентрированы, то их предварительно спускают на иловые площадки из хорошо проницаемого фильтрующего материала; затем осадок подсушивают и употребляют на удобрение полей, а фильтрат разбавляют чистой водой и обезвреживают на полях орошения или почвенных фильтрах. Последний метод<sup>2)</sup> автор предлагает как временный до переустройства боен, пока в них тратится очень мало воды.

---

<sup>1)</sup> Dr. med. O. Schwarz. Bau, Einrichtung und Betrieb öffentlicher Schlacht und Viehhöfe. Berlin. Verlag von Springer. 1912.

<sup>2)</sup> Имгоф в своей интересной книжке о новостях в области очистки сточных вод (Dr. Ing. K. Imhoff. «Fortschritte der Abwasserreinigung». Berlin. Verlag 1925) описывает одно очень практичное сооружение, которое он называет бассейном для поглощения и впитывания (Sickerbecken). Это есть почвенный фильтр с искусственной загрузкой и с бетонным дном. Сточная жидкость оттеживает на нем свои взвешенные вещества и затем идет на поля орошения или биологические окислители. Имгоф считает этот метод очень экономичным.

## Глава 24. Выбор метода очистки сточных вод.

Вопрос о выборе метода очистки сточных вод для каждого данного случая представляет довольно трудную задачу, решение которой зависит в значительной степени от местных условий. Все перечисленные методы при правильном устройстве сооружений и при нормальных условиях эксплуатации могут дать хорошие результаты, но в одном случае удобнее применить метод полей орошения, а в другом — биологические окислители. Конечно, первое решение будет более уместно, если для очистных сооружений имеется много свободной площади, и земля достаточно проницаема для воды, а второе, напротив, — если свободной площади очень мало.

Можно наверное сказать, что в деревне, при больнице, санатории, какойнибудь детской колонии и т. п. можно очень целесообразно применить поля орошения. Они хотя и требуют внимательного ухода, но уход этот довольно прост. Иное дело, если приходится проектировать сооружения для очистки сточных вод большого города, вблизи которого нет свободных участков земли. В этом случае практичнее устроить непрерывно-действующие окислители с предварительной обработкой сточных вод в отстойнике, или аэрофилтры системы проф. С. Н. Строганова.

Контактные окислители в настоящее время почти не устраиваются. Рыбные же пруды могут оказать подсобную услугу, как, например, в г. Харькове, где они используются после окислителей<sup>1)</sup>.

Методы предварительной обработки, как мы видели, очень разнообразны, но в настоящее время в Европе и Америке всего чаще прибегают к Эмшерским колодцам.

Почвенные фильтры требуют значительно меньше площади земли, нежели поля орошения, и в тех случаях, когда имеется хорошо проницаемая почва и не потребуется выделять искусственных фильтров, на них можно остановиться. Это может случиться, когда имеется крупнозернистый песок, могущий дать достаточную производительность. Производительность почвенных фильтров увеличится вдвое, если перед ними поставить отстойник. Желательно его поставить таким образом, чтобы осадок удалялся на площадки для подсушивания самотеком. В тех случаях, когда к биологической станции очень недорого можно подать чистую воду, может быть, достаточно будет устроить отстойник и резервуары, в которых разбавлять осветленную воду чистой водой, при чем разводить в этих прудах рыбу и уток не обязательно. Это последнее предприятие можно применять тогда, когда оно окупает само себя. Больше того, может быть, после отстаивания одного разбавления осветленной сточной воды чистой водой в той или другой пропорции будет достаточно для того, чтобы полученный продукт был допустим к спуску в естественный водоем.

При проектировании сооружений для очистки сточных вод надо составить проекты сооружений в двух или трех вариантах и примерную

<sup>1)</sup> Надо заметить, что рыбные пруды харьковской канализации не разбавляются свежей водой, поэтому в зимнее время после ледостава рыба в них жить не может.

смету стоимости их, а также годовой стоимости эксплуатации. Сравнивая эти варианты по стоимости их устройства и эксплуатации и принимая во внимание наиболее целесообразные варианты по результатам, достигаемым ими в санитарном отношении, останавливаются на лучшем из них.

## Глава 25. Дезинфекция сточных вод.

Сточные воды, прошедшие очистные сооружения, теряют большую часть своих взвешенных веществ, причем органическая часть этих взвешенных веществ, а также растворимых, минерализуются и поэтому делаются безопасными в санитарном отношении. Большая часть микроорганизмов также задерживается, причем с полей орошения в дренаж попадает наименьшее число микроорганизмов, остальные же задерживаются на поверхности полей. Почвенные фильтры пропускают больше бактерий, биологические окислители—еще больше. Особенно же много выходит микроорганизмов с непрерывно действующих окислителей. Однако надо заметить, что это уже не те микроорганизмы, которые жили в сточной жидкости. Непрерывно-действующим окислителям свойственна своя флора и фауна, большая часть которой безвредна для человека; все же, если сточная жидкость содержит заразные (патогенные) бактерии, то ни один из описанных нами методов, кроме полей орошения (и то с некоторой оговоркой), не гарантирует полную задержку возбудителей заразных болезней на очистных сооружениях. Опасными в этом отношении являются возбудители брюшного тифа, дизентерии и других желудочно-кишечных заболеваний, а в случае существования холерной эпидемии и холерные вибрионы.

Уничтожить всех возбудителей заразных болезней можно кипячением воды, но этот метод по своей дороговизне совершенно не доступен в большом масштабе, поэтому прибегают к дезинфекции сточной жидкости химическими веществами. При этом возможно, что в дезинфицированной жидкости еще найдется несколько десятков микроорганизмов в 1 куб. см, среди которых, однако, возбудителей заразных болезней не будет. Это явление зависит от того, что микроорганизмы—возбудители болезней—более чувствительны к дезинфицирующему средству и погибают ранее обыкновенных водных бактерий. К числу болезнетворных микроорганизмов относится и кишечная палочка, которая легко открывается при бактериологическом анализе сточной жидкости, и в то же время также чувствительна к дезинфицирующим средствам, как и возбудители желудочно-кишечных заболеваний. Поэтому, по присутствию кишечной палочки можно судить о возможности присутствия других патогенных бактерий.

Для дезинфекции сточной жидкости можно употреблять все известные нам дезинфицирующие средства, но одни из них слишком слабы, другие слишком дороги. Почти единственным, доступным по стоимости и сильным по своему действию, является хлорная известь, которая достаточна в количестве одной части на 10.000 и в некоторых случаях даже на 20.000 частей

сточной жидкости, что составляет в первом случае 100 миллиграмм на 1 литр сточной воды, а в другом случае — 50 миллиграмм хлорной (белильной) <sup>1)</sup> извести на 1 литр сточной жидкости.

В обоих случаях возможно, что в дезинфицированной сточной жидкости найдутся обыкновенные водные бактерии (10—50 штук на 1 куб. см), но уже кишечной палочки не находят, если дезинфицирующее средство находилось в контакте со сточной жидкостью не менее двух часов.

Гидрат окиси извести, хотя также может служить дезинфицирующим средством, но при употреблении его даже в 20 раз больше, чем хлорной извести, не гарантирует уничтожения всех болезнетворных микроорганизмов.

Практически дезинфекция хлорной известью производится следующим образом: при выходе сточной жидкости с очистных сооружений строятся два резервуара, объемом равные наибольшему 2-часовому расходу сточной жидкости каждый из них (например, при 1000 куб. метров сточной жидкости в сутки, каждый дезинфекционный резервуар должен быть в 140 куб. метров). Один из резервуаров наполняется сточной жидкостью, в то время как в другом примешивается раствор хлорной извести в определенной пропорции, и сточная жидкость остается в контакте с этим раствором в течение 2 часов. Для лучшего перемешивания раствора со сточной жидкостью употребляются различные мешалки. В больших установках эти мешалки приводятся в движение механическими двигателями.

Раствор хлорной извести в воде готовится в особых деревянных чанах <sup>2)</sup> и подается в дезинфекционный резервуар по особым трубам в определенных дозах.

Дезинфекция сточной жидкости никогда не употребляется при полях орошения, при биологических же окислителях она производится лишь по требованию санитарного надзора и только в тех случаях, когда имеется эпидемия холеры или брюшного тифа.

Последние годы все чаще и чаще для дезинфекции сточной жидкости (так же, как и для стерилизации питьевой воды) стали употреблять газообразный хлор <sup>3)</sup>.

Мировая война оставила большое количество этого хлора, сгущенного до жидкого состояния в стальных баллонах. Баллон представляет из себя стальной цилиндр высотой 1,4 метра при наружном диаметре 20 см; пустой баллон весит 40 кило, а жидкого хлора в нем 45 кило. Баллон снабжен вентилем, который для предохранения закрыт колпаком.

Если открыть вентиль, то из баллона выходит хлор в газообразном состоянии, т. к. внутри баллона давление достигает 6 атмосфер.

Обычно для дезинфекции сточной жидкости предварительно газообразный хлор растворяют в воде, и уже хлорную воду прибавляют к сточной

<sup>1)</sup> Это соответствует 30—15 миллиграммам активного хлора на 1 литр дезинфицируемой сточной жидкости.

<sup>2)</sup> Лучше внутреннюю поверхность чанов обить рольным свинцом.

<sup>3)</sup> Обеззараживание сточных вод газообразным хлором. Статья инж. Ф. А. Данилова в журнале «Гигиена и эпидемиология», март 1926 г.

жидкости. Эта операция производится с помощью особых аппаратов из которых наиболее широкое распространение получил хлоратор доктора Орнштейна. Этот аппарат имеет приспособления для регулирования дозировки хлора в соотношении с количеством дезинфецируемой сточной жидкости.

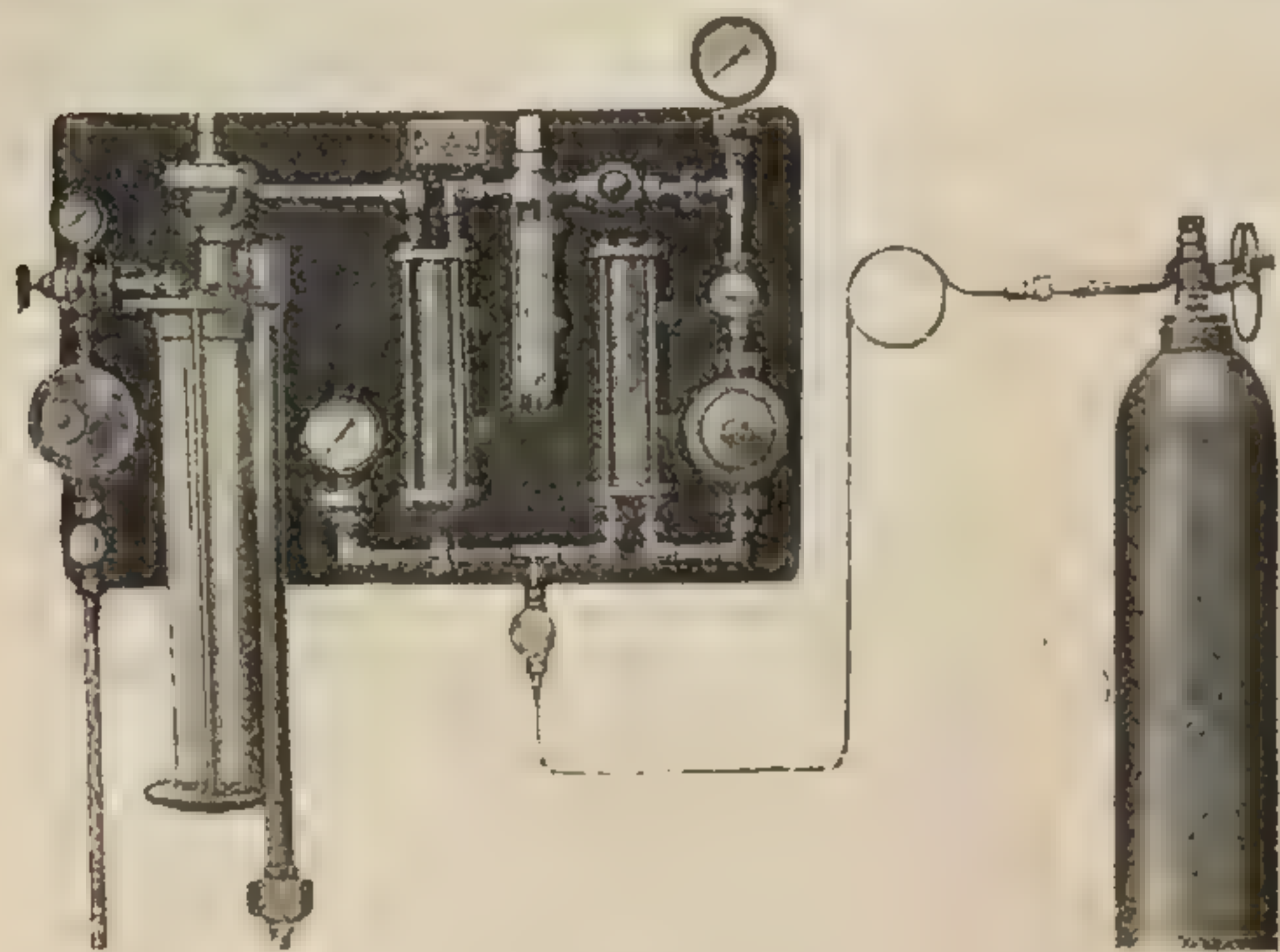


Рис. 44.

На рис. 44 изображен вид этого аппарата, который занимает небольшое место—около 2 кв. метров.

Опыт показал, что совершенно неочищенная городская канализационная сточная жидкость требует для полной дезинфекции до 30 мг газообразного хлора на 1 литр сточной воды, или,

что то-же, 30 грамм газообразного хлора на 1 куб. метр сточной жидкости. Сточная жидкость, прошедшая отстойник или септик-танк, требует для полной дезинфекции 10—15 мг газ. хлора на литр сточной жидкости, и, наконец, сточные воды, прошедшие отстойник и биологические окислители, требуют для своей дезинфекции 4—5 мг газ. хлора на 1 литр сточной жидкости.

Дезинфекция сточных вод с помощью газообразного хлора несравненно удобнее и экономичнее, чем с помощью хлорной извести, при которой очень трудно установить точную дозировку.

## ОТДЕЛ IV.

### **Удаление и обезвреживание твердых отходов. Сжигание трупов.**

#### **Глава 26. Удаление и обезвреживание твердых отходов.**

В связи с канализацией и очисткой сточных вод всегда приходится говорить и об удалении и обезвреживании различного сора, кухонных остатков пищи, золы и прочих отходов, которые не могут быть удалены с помощью канализационной сети. Вместе с этими отбросами в некоторых городах, в том числе и в Москве, собирается и сор с улиц и дворов, так наз. «уличные сметки».

Всех этих отходов собирается довольно много, а если прибавить сюда и золу из топок, то получится примерно 300—500 килограмм и более на 1 человека в год; в Москве, например,—300 килограмм на человека в год.

Основные требования для сбора и удаления отходов сводятся к следующему: отбросы не должны заражать почву и воздух, должны удаляться до их загнивания, при вывозке их не должно быть рассыпания и распространения пыли. Желательно, чтобы как рабочие, занятые вывозкой отходов, так и прочее население не имели непосредственного соприкосновения с отбросами. В этих целях для собирания отходов во дворах ставятся особые небольшие ящики с крышками и днищами. Размеры этих ящиков таковы, чтобы их вместе с мусором могли поднять один или два человека для непосредственной пересыпки из них отходов прямо в фуры, в которых мусор перевозится в места обезвреживания. Конструкции ящиков и фур таковы, что пересыпка может быть произведена совершенно беспыльно.

В зависимости от количества населения во владении, ставится несколько ящиков. Число их должно соответствовать накоплению отходов за время между двумя очистками, которые производятся во всяком случае не реже 2-х раз в неделю.

В каждой квартире также ставятся ведра или металлические ящики, в которые собираются твердые отбросы. Эти ящики по мере наполнения, но не реже чем ежедневно, опоражниваются в упомянутые дворные ящики. Вес кухонного ящика с отбросами не должен превышать 12,5 кг (30 фнт.).

На местах обезвреживания отбросы иногда сортируются с целью извлечения из них ценных предметов, что по мнению специалистов представляет большие затруднения. Вследствие этого рекомендуется ставить, как в квартирах, так и во дворах, не 1, а 3 ящика и складывать отдельно

1) золу и сухой сор, 2) крупные сухие отбросы и 3) мокрые кухонные отбросы, т.-е. остатки пищевых продуктов. Так устроено в Шарлоттенбурге; там в сутки получается 20 вагонов золы и уличных сметок, 4 вагона крупных сухих отбросов и 2 вагона пищевых остатков. Удобство этого раздельного способа собирания отбросов заключается в том, что зола и уличные сметки без дальнейшей обработки отправляются за город для удобрения полей, и только 4 вагона крупных сухих отбросов пересматривается и сортируется на очистной станции. Твердые отбросы на станции обезвреживания сортируются, а ценные предметы выбираются из них прямо вручную: в Берлине, например, один рабочий выбирает только куски кожи и остатки обуви в особую посуду, другой—только остатки резины и резиновых галош, третий—куски железа и т. д. Все эти предметы надлежащим образом используются и окупают работу на станции обезвреживания; таких предметов набирается около 4% от всех твердых отбросов, остальная же масса мусора или сжигается в особых печах, или сыпается на особые свалочные места и там сверху засыпается землей.

Обезвреживание твердых отбросов заключается в скорейшем минерализовании находящихся в них органических веществ. Поэтому, при обезвреживании отбросов землю не допускается складывание их толстым слоем, засыпка ими ям, оврагов и низких мест; для доступа воздуха отбросы рассыпаются небольшим слоем в 30—40 см, иногда запахиваются, засыпаются тонким слоем земли в 10 см, а также засеваются травами.

В виду того, что обезвреживание отбросов на полях требует больших участков земли, что для городов является затруднительным, а отнесение полей на большие расстояния связано с увеличением расходов на перевозку, все чаще применяется для обезвреживания твердых отбросов сжигание их в особых мусоросжигательных печах. Так как городские отбросы содержат много влаги (более 30%), то для сжигания без добавки особого горючего материала их приходится подсушивать.

Подсушенный мусор обладает теплотворною способностью вдвое меньшею сухих дров, но все же достаточной для того, чтобы можно было его сжечь до конечных продуктов в виде углекислого газа, паров воды и остатков—шлака.

Для полного сгорания мусора требуется высокая температура, примерно в 1000° Ц., что достигается вдуванием горячего, 250—300° Ц. воздуха.

Преимущества мусоросжигания, помимо того, что печи могут быть устраиваемы в пределах города, и тем сокращаются расходы на перевозку отбросов, заключаются еще в том, что продукты сжигания в виде отходящих газов и в виде шлаков могут быть использованы, первые переводом их в пар и электрическую энергию, а вторые как строительный материал.

Мусоросжигательные печи ведут свое начало из Англии, где первая печь была построена в 70-х годах прошлого столетия. С тех пор они сильно усовершенствовались и строятся на очень большую производительность. Например, в Париже 15 лет тому назад построена мусоросжигательная печь английской системы «Хинан», сжигающая ежедневно почти

500 тонн (30.000 пудов). В печах позднейших конструкций уже применяются механические приспособления для передвижения мусора в печах и для очистки их от шлака; достигается большая равномерность в подсушивании мусора, снабжении его воздухом под давлением, в создании самого процесса горения и в удалении спекшихся шлаков.

В последних своих конструкциях мусоросжигательные печи дают уже возможность получить из каждого килограмма мусора около килограмма пара; летом немного более, потому что поступающий к печи мусор более сух, а осенью и зимой меньше одного килограмма пара, потому что мусор содержит слишком много воды.

На рис. 45 представлена схема новейшей конструкции мусоросжигательной печи, рассчитанной на сжигание в сутки свыше 80 тонн (5000 пуд.) мусора с большим содержанием влаги—свойство русского мусора.

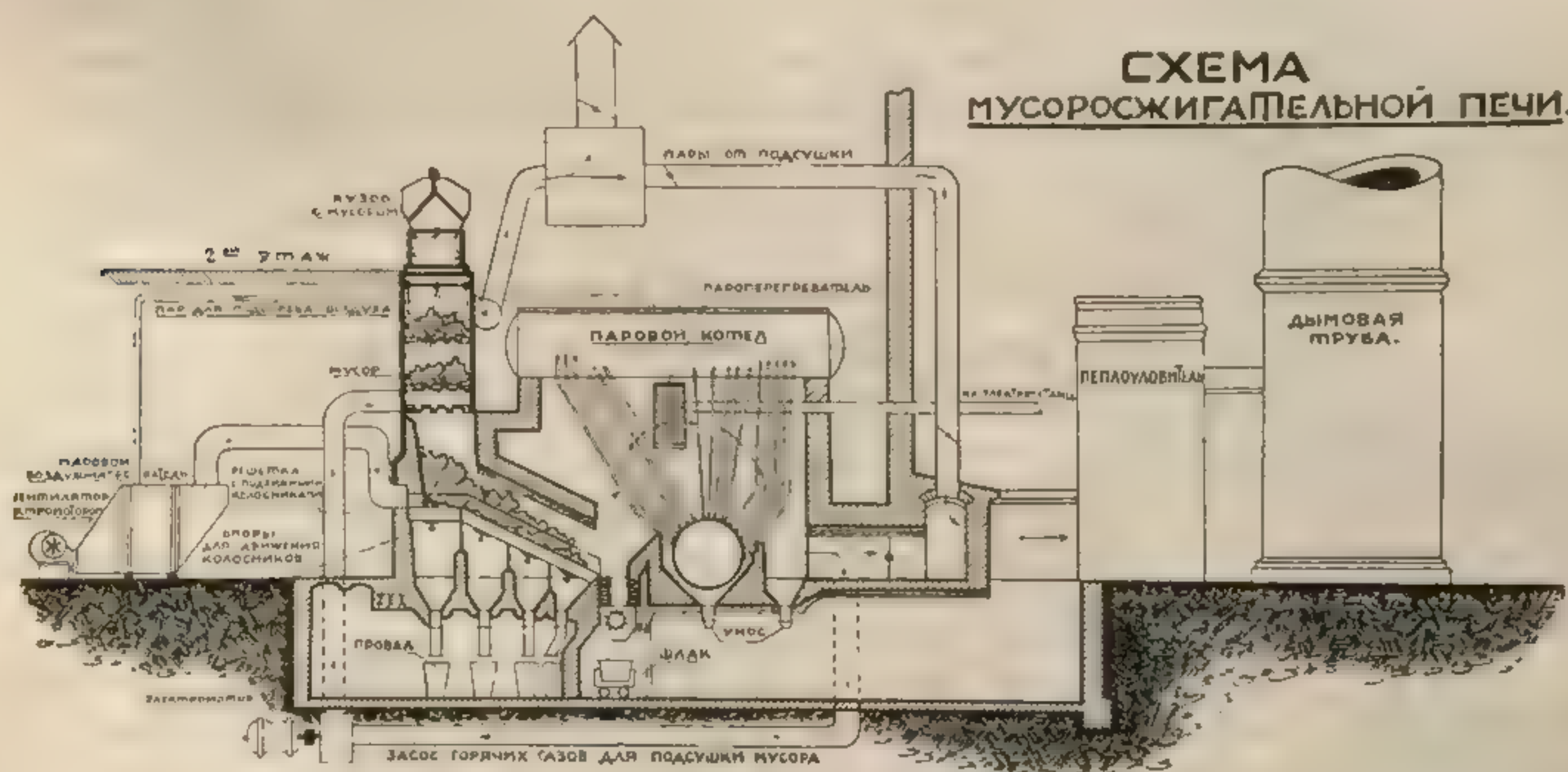


Рис. 45.

Агрегат печи составляют две топки и один котел.

Загрузка мусора производится сверху при помощи специальных с'емных кузовов, подаваемых на верхний этаж электрическими кранами и устанавливаемых на загрузочные воронки печи. Мусор проваливается через откидные днища кузова и попадает сперва на верхний сплошной клапан, откуда движением рычага клапана проваливается для сушки на решетчатый клапан сушильного аппарата. После 5—10 минут сушки мусор с решетчатого клапана передается на нижний клапан и при открытии нижнего клапана попадает в печь. Если мусор очень влажный, то экстрактором отсасываются отходящие в трубу газы и пропускаются через слой мусора, загруженного на нижний клапан. Пар, получающийся при сушке, выпускается в особую дымовую трубу или путем перекрытия заслонок пропускается в главную трубу. Подсушенный мусор падает на наклонные подвижные колосники решетки, скатывается по ним вниз и постепенно стораёт до образования шлаков. Получаемый шлак спекшейся массой падает в шлаковый генератор, где добавлением воздуха дожигаются несторевающие части мусора. Отсюда шлак попадает в вагонетки со с'емными

что мусор содержит слишком много воды.

На рис. 45 представлена схема новейшей конструкции мусоросжигательной печи, рассчитанной на сжигание в сутки свыше 80 тонн (5000 пуд.) мусора с большим содержанием влаги—свойство русского мусора.

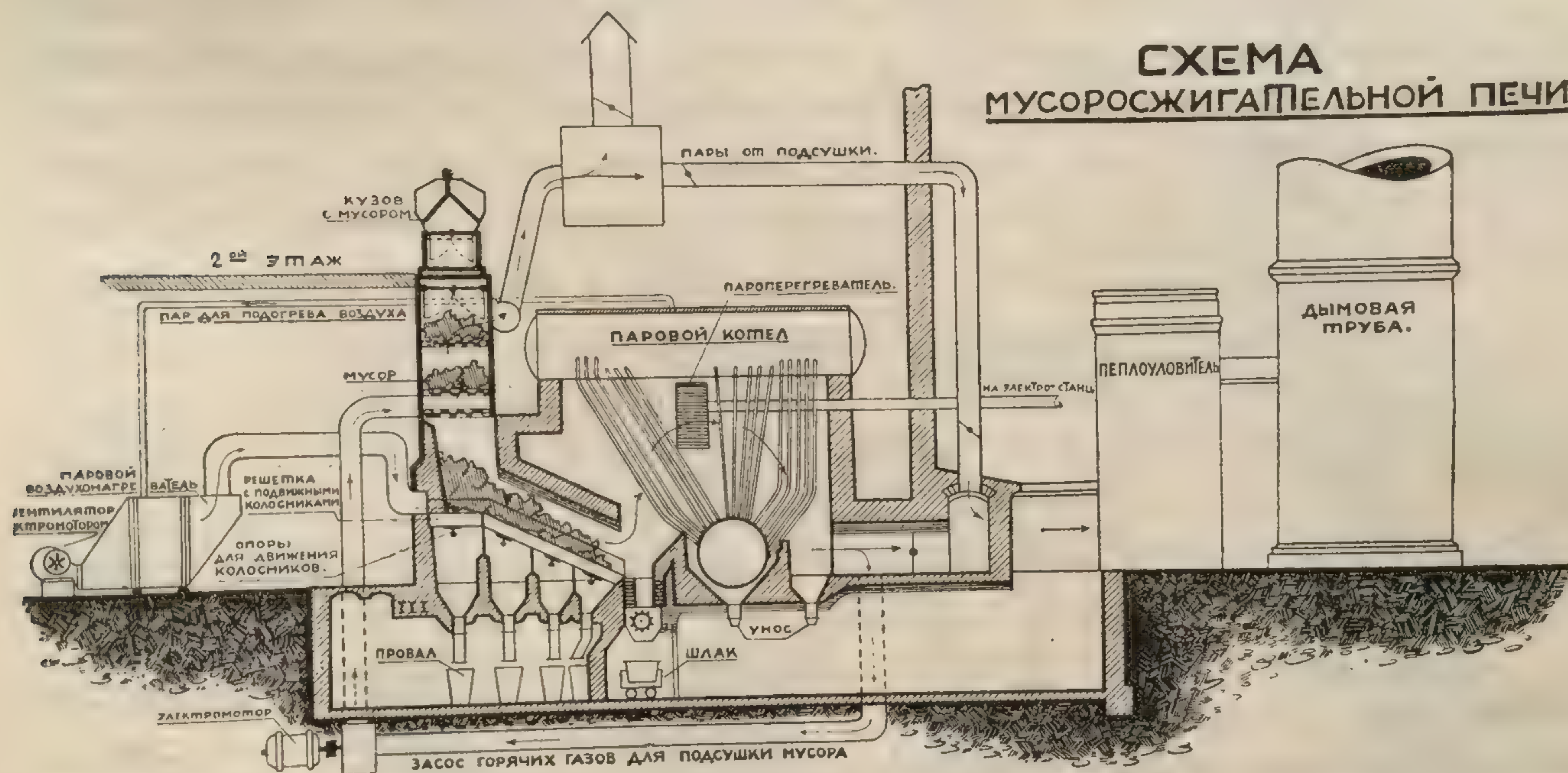


Рис. 45.

Агрегат печи составляют две топки и один котел. Загрузка мусора производится сверху при помощи специальных съёмных кузовов, подаваемых на верхний этаж электрическими кранами и устанавливаемых на загрузочные воронки печи. Мусор проваливается через верхний сплошной клапан, откидные днища кузова и попадает сперва на верхний сплошной клапан, проваливается для сушки на решетча-

кузовами; вагонетки по наполнении выкатываются наружу, и с'емные кузова поднимаются вверх электрическим краном. Нагнетаемый в печь воздух подогревается паровым калорифером.

В печь вмазан паровой котел. Пар от него расходуется для приведения в движение электрической станции, для подогревания нагнетаемого в печь воздуха, на питательные насосы и на отопление станции со всеми службами и жилыми домами. Электрическая энергия расходуется для приведения в движение электромоторов на станции, на освещение и на зарядку электромобиля, подвозящего мусор на станцию.

Такая печь устроена в этом году в Москве немецкой фирмой «Музаг». Конструкция печи перепроектирована для влажного мусора по заданиям Моск. Ком. Хозяйства. Станция спроектирована и построена инженером Моск. Ком. Хоз. Ф. Я. Бурче.

Во многих больших городах, на узловых станциях железных дорог, на больших товарных складах, а также и в некоторых частных домах, устраиваются небольшие мусоросжигательные печи для уничтожения местных отходов. Такие печи возможны лишь там, где среди отходов много сухого горючего мусора, иначе приходится добавлять топливо. Для таких печей наиболее распространена система Кори, в которой мусор подается через шахту, подсушивается и горит с помощью ранее подогретого воздуха.

Иногда для этой же цели употребляют простые печи с двумя топками, расположенными одна над другой; в верхней топке помещаются сжигаемые отходы, а в нижней добавочное топливо, пламя которого проходит сквозь расположенный над ним на колосниковой решетке мусор и разные отходы, которые сначала подсыхают, а затем сгорают.

Дело удаления и обезвреживания твердых отходов в санитарном отношении стоит до настоящего времени еще далеко не на должной высоте; рабочим приходится то и дело соприкасаться с отходами, издающими зловоние и могущими вызвать всевозможные болезни. Одна из тяжелых операций, это выбирание ценных предметов (кожи, резины и пр.), но и все другие работы сопряжены с вдыханием грязного воздуха, кишящего микроорганизмами. Эта область санитарной техники для создания более благоприятных условий труда должна в ближайшем будущем сильно усовершенствоваться.

---

## Глава 27. Сжигание трупов.

Еще позволим себе упомянуть о сооружениях для сжигания трупов, крематориях. Для сжигания трупа, содержащего около 60% воды, требуется высокая температура, приблизительно 800—900° Ц. При температуре ниже 600° происходит лишь обугливание, при температуре свыше 1200° фосфорнокислая известь костей сплавляется, и кости покрываются стекловидным слоем, не допускающим сгорания содержащегося в них органического вещества, оссеина, и препятствующим их раздроблению.

В современных кремационных печах сжигание трупов производится в накаливаемой предварительно камере в струе горячего воздуха.

При помощи постороннего топлива в особо устроенных генераторах, составляющих обычно часть сооружения, добываются горючие генераторные газы, которые вводятся в камеру для сжигания трупа и, сгорая там, накачивают ее до требуемой высокой температуры. Затем впуск газов

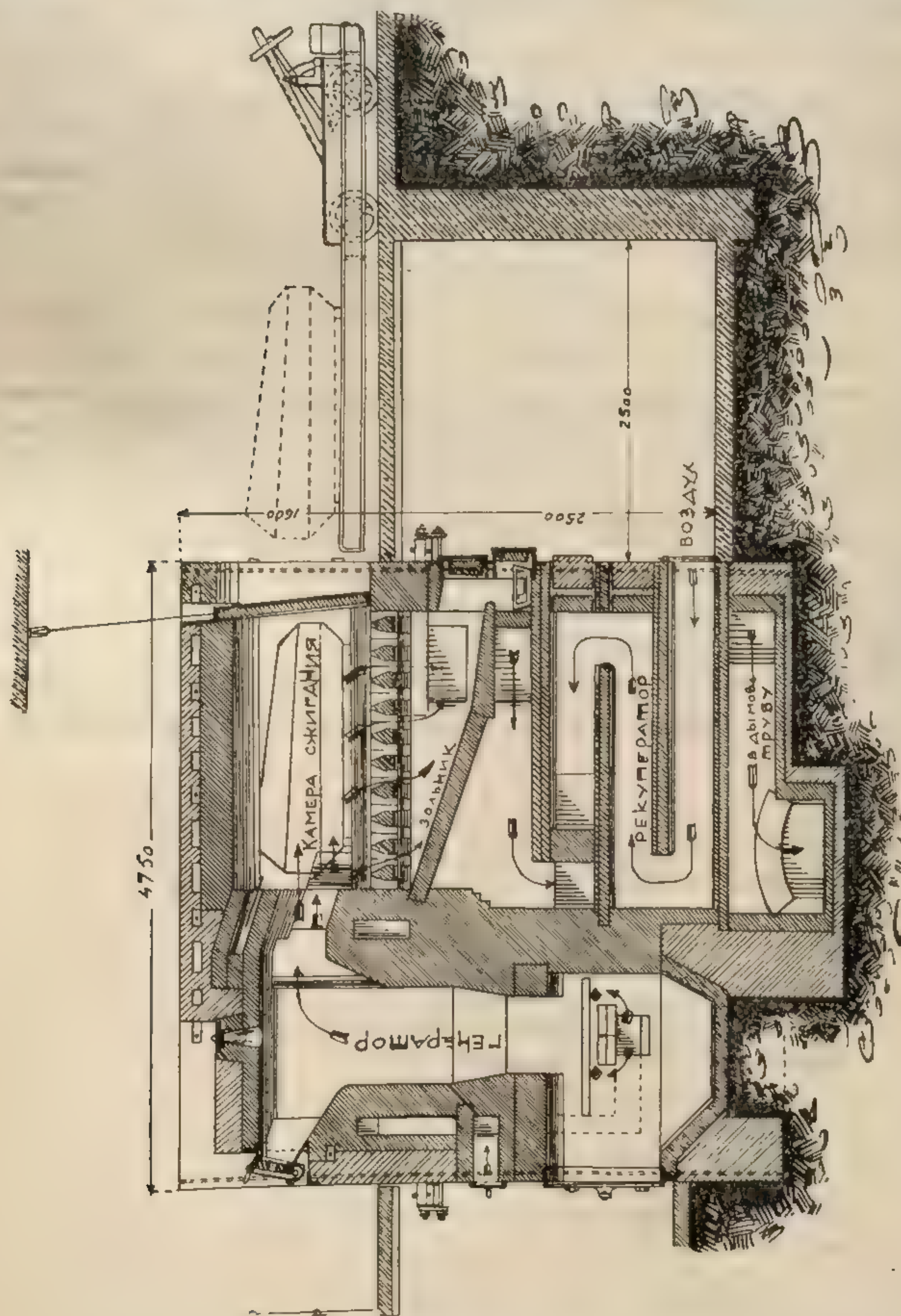


Рис. 46.

в камеру прекращается, туда вводится гроб с трупом, который немедленно воспламеняется и сгорает в течение часа. Для подогревания вводимого в камеру воздуха, под камерой сжигания устраивается рекуператор или регенератор, в котором воздух нагревается отходящими и генераторными газами, идущими навстречу движению воздуха.

составляющих обычно часть сооружения, добываются горючие генераторные газы, которые вводятся в камеру для сжигания трупов и, стоя там, накачивают ее до требуемой высокой температуры. Затем выпуск газов

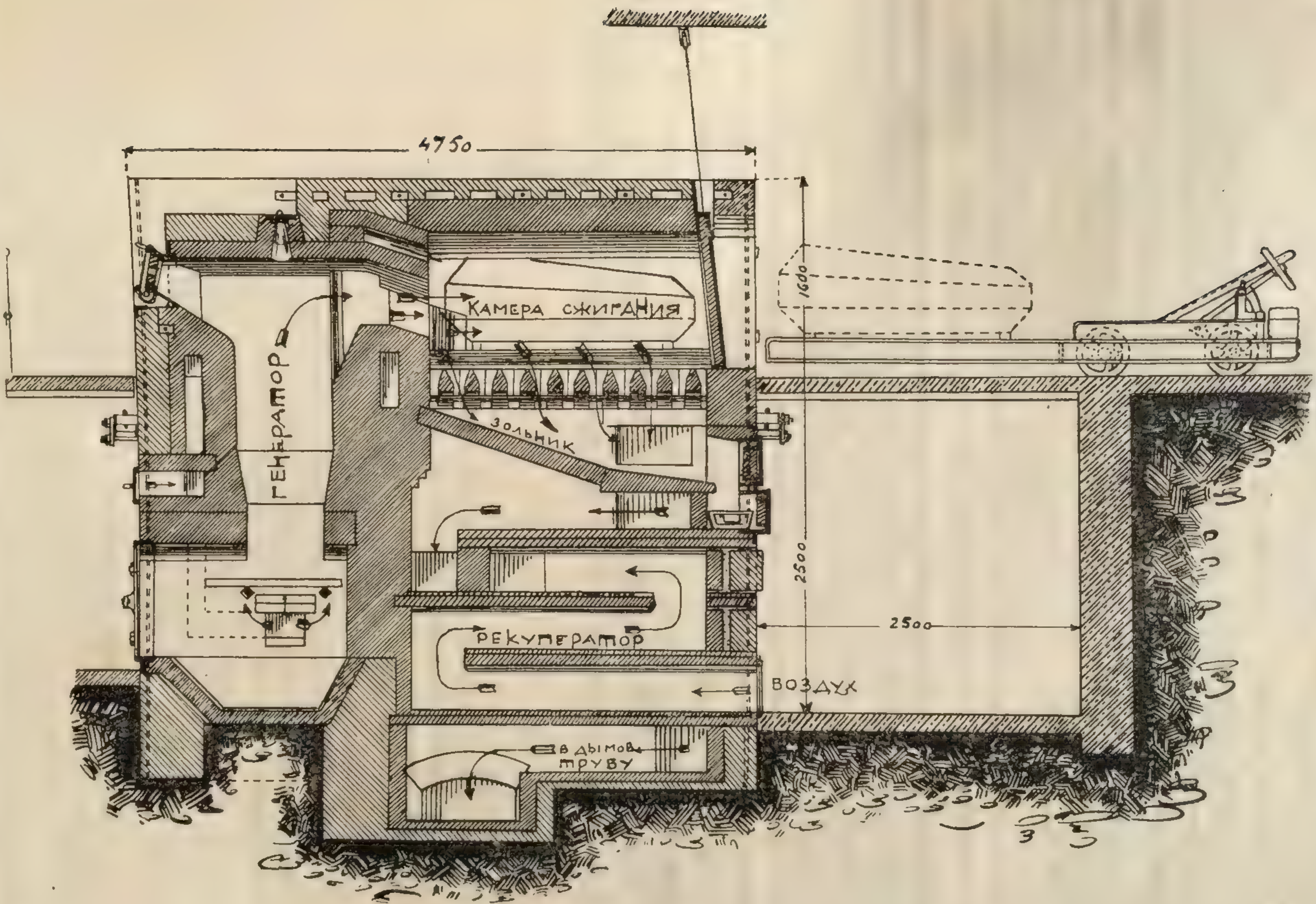


Рис. 46.

в камеру прекращается, туда вводится труп с трупом, который немедленно воспламеняется и сгорает в течение часа. Для подогревания вводимых газов, под камерой сжигания устанавливается рекуператор

Продолжительность сжигания приблизительно 1 час. После сжигания от трупа остается один пепел, который передают родным покойника или для предания земле, или для помещения в особых урнах с надписями, обычными для кладбищенских памятников.

На рис. 46 видна трупосожигательная печь в разрезе.

Сожигание трупов, несомненно, более гигиенично, чем зарывание их в землю, однако, широкое распространение этого способа встречает большие препятствия со стороны людских предрассудков; поэтому, крематории даже в больших городах применяются мало, и уничтожение человеческих трупов совершается почвенным способом, путем зарывания в землю на кладбищах.

---

За последние десятилетия гений человечества сделал огромные успехи в деле удаления и обезвреживания сточных вод и твердых отходов. Но в ближайшие годы можно ожидать несравненно более быстрого движения этого дела вперед, т. к. достижения в области физики и химии, сделанные за последние годы, охватывают почти все наши технические устройства и заставляют нас задуматься о их целесообразности.

Завоевания физической лаборатории Розефорда в Англии, теория о концентрации ионов водорода, новое применение электрического тока к очистке сточных вод, теория электрических зарядов взвешенных веществ и коллоидальных тел проф. Н. А. Шилова и пр. очень близко касаются нашей практики очистки сточных вод, и мы уже видим сейчас, что новый подход к этому делу даст несомненно и новые блестящие результаты.

---

**Положение о нормах чистоты сточных вод, допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и населенных мест, изданное НКЗ в 1922 г.**

**РАЗДЕЛ I.**

**Цель издания и территория действия норм.**

С целью предупредить опасное в санитарном отношении загрязнение спуском сточных вод водоемов, служащих источниками разнообразного водопользования для нужд населения, Народным Комиссариатом Здравоохранения устанавливаются нижеследующие требования к составу спускаемых сточных вод—«общие нормы», которые вводятся в действие на всей территории РСФСР.

**РАЗДЕЛ II.**

**Общие нормы для сточных вод допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и др. населенных мест.**

§ 1. Сточные воды не должны иметь фекального, гнилостного или иного определенного запаха и не должны загнивать при хранении их в закрытом сосуде как в целом, так и в разбавленном виде.

*Примечание к § 1.* Требование незагниваемости спускаемых сточных вод может быть опущено в случае благоприятных местных условий, но при проектировании и постройке новых очистительных сооружений должна быть принята во внимание возможность устройства необходимых дополнительных приспособлений для биологической очистки (поля орошения, окислители и др. устройства).

§ 2. Сточные воды не должны содержать взвешенных веществ более шестидесяти миллиграмм на литр.

*Примечание к § 2.* Временно на 5 лет (с 1922 по 1927) норма взвешенных веществ в 60 миллиграмм повышается до 80 миллиграмм в случае подходящих местных условий, гарантирующих санитарную безопасность в смысле загрязнения водоема; временно на тот же срок допускается спуск сточных вод после выделения на решетках или в отстойниках одних только грубых примесей. Частичное отступление от норм возможно также во время паводков и для поверхностных вод.

§ 3. Сточные воды не должны иметь какой-либо явственно видимой искусственной окраски, сохраняющейся при разведении дистиллированной водой в 30 раз в толщине слоя в 10 см и несвойственной естественно окрашенным водам (болотным, торфяным).

§ 4. Сточные воды не должны содержать ни в растворе, ни в взвешенных веществах никаких ядовитых и вредно действующих на человека, домашних животных или на рыб веществ в количествах, оказывающих ядовитое или вредное действие.

§ 5. Сточные воды не должны иметь резко выраженной кислой или щелочной реакции.

§ 6. Сточные воды не должны иметь ни в момент поступления в водоем, ни после выборки пробы, при стоянии в сосуде, пленок, состоящих из жиров и масел, животных растительных и минеральных, причем прираща за пленку не считается.

*Примечание к §§ 2, 3, 4, 5 и 6.* В воде подлежащей к спуску, указанными, §§ допускается, кроме некоторого количества, взвешенных веществ (§ 2), остатки красящих веществ (§ 3), следы масла (§ 6), некоторое количество кислот и щелочей (§ 5), а также и др. вредно действующих и ядовитых веществ (§ 4).

Нормирование условий спуска в этих отношениях определяется местными условиями, возлагается на местные органы санитарно-технического надзора и должно быть связано с постоянным наблюдением над влиянием спуска в водоем.

§ 7. Сточные воды заразных отделений больниц и всех учреждений, могущих своими сточными водами создавать опасность массового распространения кишечных инфекций, должны быть дезинфицированы на месте до поступления их в водоем или в общую массу сточных вод данного учреждения. Промышленные заведения, кожевенные заводы, шерстомойни, тряпкомойни и т. д. должны быть заранее обеспечены соответствующими приспособлениями для обезвреживания (дезинфекцией) их сточных вод по первому требованию санитарного надзора.

### РАЗДЕЛ III.

#### **Время действия норм и порядок их изменения или отступления от них.**

Установленные общие нормы издаются временно на срок в 10 лет или впредь до установления местных норм, основанных на изучении водоемов общего пользования — их мощности, химического состава, флоры и фауны, санитарного и бытового значения. Отступления от общих норм, указанные в примечаниях к § 1 и 2, а также возможные отклонения от §§ 3, 4, 5 и 6 допустимы в исключительных случаях на срок не свыше 5 лет, и каждый раз с утверждения Санитарно-Технического Совета по охране водоемов при НКЗ, на основании исчерпывающих материалов, представляемых в Совет местными органами санитарного надзора.

На случай возможного, на основании наблюдений за состоянием водоемов, изменения повышения норм, разрешение спуска должно быть обусловлено возможностью устройства по требованию санитарного надзора дополнительных сооружений для предотвращения ухудшения состояния водоема, для чего заранее должно быть предусмотрено место их устройства и обеспечены нужные земельные площади.

### РАЗДЕЛ IV.

#### **Надзор за выполнением норм.**

Издание местных обязательных постановлений по вопросу санитарной охраны водоемов от загрязнения сточными водами, наблюдение за их выполнением, за соблюдением норм и за состоянием водоемов, возбуждения судебного преследования за их несоблюдение и рассмотрение всех дел, касающихся этой части общественной гигиены, возлагаются на органы санитарного надзора Губздравотделов, которые в этом отношении действуют по указаниям Санитарно-Эпидемиологического Отдела НКЗ.

Указания, касающиеся порядка ведения дел по санитарной охране водоемов и применения норм, а также относительно исследования водоемов и организации контрольных наблюдений (условия набора проб и метода определения) заключаются в особых инструкциях, издаваемых Санитарно-Техническим Советом.

Утверждается Н. Семашко.

Заведующий Санитарно-Эпидемиологическим Отделом А. Сытин.

Председатель комиссии по охране водоемов Иваницкий.

Секретарь комиссии по охране водоемов Строганов.

26/X—23 г.

## Обязательное Постановление Президиума Московского Совета РК и КД от 4 ноября 1924 г.

### О санитарных правилах устройства и содержания помойных ям, навозниц, мусорниц и отхожих мест в домовладениях.

На основании положения о порядке издания обязательных постановлений (С. У., 1922 г. № 48, ст. 603) Президиум Московского Совета РК и КД постановляет: утвердить и ввести в действие в г. Москве нижеследующие санитарные правила устройства и содержания помойных ям, навозниц, мусорниц и отхожих мест в домовладениях.

#### I. Об устройстве и содержании помойных ям в неканализованных домовладениях.

1) Все жидкие и твердые отбросы, получающиеся при приготовлении пищи (кухонные отбросы), при различных производствах и при хозяйственных работах (стирка, мытье полов), должны удаляться в особые, устроенные во дворах домовладений, помойные ямы, которые должны отстоять от стен жилых помещений не ближе 2-х метров (3-х аршин).

2) Помойные ямы должны устраиваться отдельно от выгребных ям (принимающих фекалии) и снабжаться решеткой, снабженной отверстиями не более 2-х дюймов для отделения жидких отбросов от более крупных.

3) Помойные ямы должны иметь не более 2-х метров (3 арш.) глубины и устраиваться из камня, бетона или какого-либо другого негниющего материала или из дерева, причем в последнем случае сруб ямы должен быть не менее 0,71 метра (1 арш.) и не более 2-х метров (3 арш.) в глубину от поверхности земли, с деревянным полом; весь сруб должен быть поставлен и окружен слоем утрамбованной глины, толщиной не менее 35 сантиметров (1½ арш.). Надземная часть помойной ямы над решеткой должна иметь не более 71 см (1 арш.) высоты от поверхности земли.

*Примечание.* Рекомендуются устраивать над надземной частью помойной ямы деревянный легкий шатер с покатой крышей и 1—2 дверками с одной стороны.

4) Помойные ямы должны аккуратно очищаться по мере накопления.

#### II. Об устройстве и содержании навозниц и мусорниц.

5) Во владениях, где содержится крупный рогатый скот, или имеются промышленные свинарники или стоянки лошадей, должны устраиваться навозницы из плотно сколоченного деревянного материала с днищем, по возможности защищенные сверху от дождя крышками или щитами.

6) Навозницы должны устраиваться надземного типа, несколько не углубленные в землю. Навозницы не должны примыкать непосредственно к стенам жилых помещений.

7) Навозницы должны очищаться по мере накопления, а также в сроки по требованию санитарного надзора и содержаться с применением мер против выплаживания в навозе мух по указанию санитарного надзора.

8) Для удаления сухих хозяйственно-производственных отбросов, дворового мусора и комнатного сора во дворах домовладений должны устраиваться плотные ящики надземного типа с крышкой, днищем и с приспособлениями для опоражнивания в сборную фуру.

#### III. Об устройстве и содержании отхожих мест.

9) Во всех неканализованных владениях гор. Москвы, где имеются жилые помещения, должны быть устроены отхожие места для каждой квартиры.

*Примечание.* Если устройство отхожих мест отдельно для каждой квартиры невозможно, то допускается устройство одного отхожего места на несколько

квартир, но обязательно с двумя отделениями, мужским и женским, разделенными между собой плотной перегородкой.

10) Отхожие места должны быть устроены с соблюдением следующих правил:

а) полы в них должны быть плотными, не иметь щелей, и устройство их должно быть таково, чтобы на них не могла застаиваться жидкость и их легко можно было бы промывать и очищать.

б) Стены должны быть без щелей, окрашены масляной краской или обиты оцинкованным железом на 1,42 метра (2 арш.) от пола.

в) Крыша должна быть прочная и не давать течи.

г) Двери должны плотно затворяться, не иметь щелей.

д) Отхожие места должны быть светлыми с окном или фрамугой и иметь оборудование для вечернего освещения.

е) все отхожие места должны иметь приспособление для их проветривания зимой и летом.

ж) Стульчаки должны быть сделаны из легко обчищаемого и обмываемого материала и должны быть снабжены плотными крышками. Деревянные стульчаки должны быть выкрашены масляной краской.

11) Все отхожие места в некализованных владениях должны иметь приемники для сбора нечистот, как то: выгребные ямы или печь для сжигания нечистот и т. п. Устройство отхожих мест без приемников для нечистот не допускается.

12) Выгребные ямы должны быть устроены из непроницаемых для воды материалов (кирпич, бетон) или иметь просмоленный деревянный сруб, обложенный снаружи слоем утрамбованной глины.

13) Все выгребные ямы должны иметь непроницаемое дно. Глубина ямы определяется в зависимости от уровня грунтовых вод, но ни в коем случае не должна быть глубже 1,4 метра (2 арш.).

*Примечание.* Устройство поглощающих колодцев безусловно воспрещается.

14) Выгребные ямы не должны быть ближе чем на 1,4 метра (2 арш.) от фундамента жилых зданий.

15) Отверстия для очистки выгребных ям должны быть снабжены плотно закрывающимися крышками и быть легко доступными для очистки ям.

16) Как отхожие места, так и примыкающие к ним части владений должны содержаться в полной чистоте и порядке.

#### **IV. О наблюдении за проведением в жизнь постановления и об ответственности в случае нарушения или несоблюдения его.**

17) Неисполнение или нарушение правил, изложенных в настоящем обязательном постановлении, со стороны ответственных лиц домовладений, карается в административном порядке штрафом до 100 руб.

18) Наблюдение за проведением в жизнь настоящего постановления возлагается на Санитарный надзор Мосздравотдела и Административный Отдел Моссовета.

19) Правила, изложенные в настоящем обязательном постановлении, имеют силу со дня их опубликования. Администрация учреждений и все домоуправления, во владениях которых имеются в момент опубликования постановления помойные ямы, навозники, мусорники и отхожие места, устроенные с отступлением от настоящих правил, обязаны произвести переустройство их в сроки по указанию в каждом отдельном случае санитарного надзора Мосздравотдела, но не позднее годичного срока со дня издания постановления.

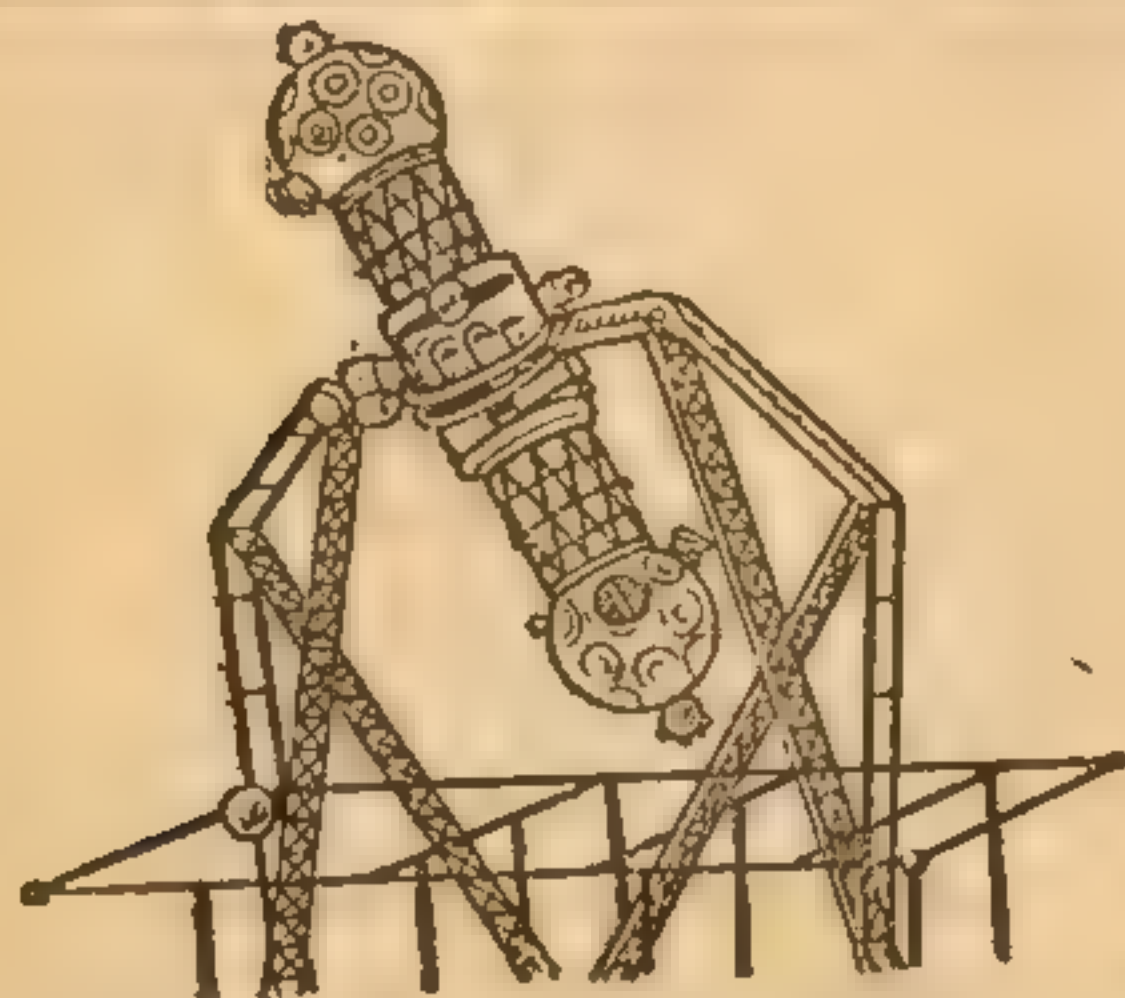
СЕМНАДЦАТЫЙ ГОД РЕВОЛЮЦИИ  
ЯНВАРЬ \* 1934

СІЧЕНЬ  
СТУДЗЕНЬ  
JANVAR  
ნაბვარო  
Հանվար  
JANUARO

8

2-й ДЕНЬ  
ШЕСТИДНЕВКИ  
ПОНЕДЕЛЬНИК

1920 — Ликвидация Восточного (колчаковского) фронта. Взятие Красноярска Красной армией.  
1726 — Первое собрание Академии наук в Петербурге.



Московский планетарий. Аппарат Цейса, создающий искусственное звездное небо

Памятка событий 19 ноября. Родился первый русский ученый и поэт М. В. Ломоносов (1711).  
Род. «Всероссийский староста» М. И. Калинин (1875 г.).

### НОВАЯ ОРФОГРАФИЯ.

3.) Орфография приставок, правила слитного написания наречий и переноса слова.

1) Писать приставки из, воз, вз, раз, роз, низ, без, чрез, через—перед гласными и звонкими согласными с з, но заменять з буквою с перед глухими согласными, в том числе и перед о (извините, воззвание, разумно, исправить, воспитать, оскожные семена, чересполосица).

2) Допускается слитное и нераздельное написание в наречиях, составленных из сложения существительных, прилагательных и числительных с предлогами (встороне и в стороне, втечение и в течение, сверху и сверху, вдвое и в двое).

3) При переносе слов соблюдать следующее:  
а) согласная (одна или последняя в группе согласных) непосредственно перед гласной не должна быть отделяема от гласной;

б) группа согласных в начале слова не отделяется от гласной;

в) буква й перед согласной не должна быть отделяема от предшествующей гласной;

г) конечная согласная, конечное й и группа согласных и в конце слов не могут быть отделены от предшествующей гласной;

д) при переносе слов, имеющих приставки, нельзя переносить в следующую строку согласную в конце приставки, если эта согласная находится перед согласной...

## ПЛАНЕТАРИЙ

В Москве, на Садово-Кудринской ул., воз-  
вышается большое круглое здание. Это - но-  
вое, открытое в 1929 г., культурно-политико-  
просветительное учреждение - планетарий.  
Это название происходит от слова „планета“.  
Огромный круглый зал на 100 мест с белым  
потолком, сделанным в виде купола неба. По-  
средине большой черный „двухголовый  
аппарат“ планетарий (см. рис. на обо-  
роте), купленный Моссоветом в Германии за  
150 тыс. руб. золотом. Этот аппарат состоит  
из 100 проекционных фонарей, действует  
электричеством и показывает на экране  
искусственное небо. Аппаратом управляет  
сам лектор с трибуны, где читается лек-  
ция. На экране перед глазами зрителей  
проходят планеты, Солнце, Луна и звездное  
небо. Они могут быть показаны не только в  
том виде, в каком мы наблюдаем их в на-  
стоящее время, но и в прошлом и в буду-  
щем. Время в планетарии „уплотнено“: можно  
„прожить“ сутки и год в 4 минуты; можно  
за 4 минуты увидеть общее изменение вида  
неба за 25 тыс. лет. Лекции читаются на  
разные астрономические темы: „Глубины  
вселенной“, „Было ли начало и будет ли ко-  
нец мира“, „Солнечные и лунные затмения“,  
„Возможен ли полет на луну“ и др. За три  
года планетарий посетило около 2 1/2 млн.  
человек.

ЯНВУАРИ \* 1934

1934

November

Novembre

November

Восх. солнца 7 ч. 40 м.  
Зах. солнца 15 ч. 43 м.  
Долгота дня 8 ч. 03 м.

18

Новолуние 18 ноября.  
Долгота ночи 15 ч. 51 м.

Mittwoch

Mercredi

Wednesday

СРЕДА

Алфев, Роман Платон, Маркс; Гера,  
Альбина, Бланка.



Друг СССР  
Фритиоф, Хансен.

*[Faint, illegible handwriting in a cursive script, likely from a 19th-century manuscript. The text is written in dark ink on aged, yellowed paper.]*

Цена 2 р. 40 к.



1. ВВЕДЕНИЕ







Dashboard camera of cruiser: Hector Ortiz and Jovanny Crespo





T

ma



**ВСЕГДА  
не верьте  
тому что  
кажется,  
верьте  
ТОЛЬКО  
доказательствам.**



PIC•COLLAGE

**Чарльз Диккенс. «Большие надежды» 1861 г.**